

T  
620.004B  
YCA



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Selección de Planta Generadora en la compañía Atunera  
Salica del Ecuador S.A.”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la Obtención del Título de:



**INGENIERO MECÁNICO**



Presentado por:

**Andrés Humberto Ycaza Valdez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año : 2005**

## AGRADECIMIENTO



A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

## DEDICATORIA

A DIOS

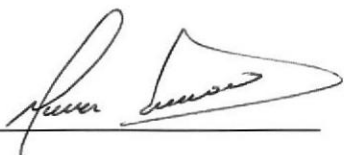
A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

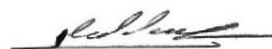
## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Omar Serrano V.  
DELEGADO POR EL  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



CIB-ESPOL



Ing. Mario Patiño A.  
DIRECTOR DE TESIS




Ing. Ignacio Wiesner F.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Andrés Humberto Ycaza Valdez

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio técnico para la correcta selección de grupos de generación auxiliar que la compañía pesquera SALICA DEL ECUADOR S.A. debió adquirir para suplir su necesidad de falta de energía debido a los continuos cortes de energía eléctrica de la zona suministrada por la Empresa Eléctrica Peninsular.

Se describen la planta industrial, sus instalaciones, sus procesos, su desarrollo y se analiza la situación crítica de cada área de producción y sus requerimientos energéticos con los cuales se pudieron establecer con todas las cargas y se determinó el nivel de potencia necesario que debían tener los equipos de generación.

Este estudio se basó en el análisis de factor de coincidencia, producto de la medición de carga de todos los equipos de la planta en su capacidad máxima de funcionamiento, como son los motores, las luces, computadoras, UPS, etc.

Se seleccionaron 4 Grupos Electr6genos Caterpillar modelo 3508 DITA de 600 KW c/u, tomando en consideraci6n los siguientes factores tales como: nivel de ruido, sistema de enfriamiento, selecci6n de cargas de todos los motores, etc.

Finalmente, se realiz6 un informe econ6mico, comparativo entre el costo de Kwh. que factura la Empresa El6ctrica "EMEPE" versus el proveido por los grupos electr6genos escogidos, en el cual se concluy6 que lo m6s conveniente era la generaci6n propia, no s6lo porque implicaba un ahorro significativo (cerca de US \$250,000.00), sino que tambi6n eliminaba la principal deficiencia de la empresa, el mal servicio de EMEPE y la consecuente desventaja provocada por los cortes de energa y sus consecuencias en todos los sistemas de la empresa.



**CIB-ESPOL**

## ABREVIATURAS

amp	Amperios
db	decibeles
DITA	Inyección Directa turbo alimentado
E-T	Estrella triangulo
fp	Factor de Potencia
FP	Factor de Potencia
Gal	galones
HZ	Herzio
Hrs	Horas
hp	horse Power
Kw	Kilóvatios
Kwh	Kilovatio -hora
KVA	Kilovoltio amperio
m	metros
Skva	Kilovoltio amperio de arranque
SCR	Rectificador controlado por Silicona
V	Voltio.
UPS	Unidad de alimentación interrumpidas.



## SIMBOLOGÍA

I	Intensidad de corriente
%	Porcentaje.
\$	Dolares



**CIB-ESPOL**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Parroquia Posorja.....	5
Figura 1.2	Planta General Salica del Ecuador S.A.....	6
Figura 1.3	Transformador de 3 megas.....	8
Figura 2.1	Curva de carga típica de una industria.....	21
Figura 2.2	Sistema de paralelismo de Salica.....	32
Figura 2.3	Casa de fuerza de generadores 1era fase.....	35
Figura 2.4	Casa de fuerza de generadores Fase Final.....	36
Figura 2.5	Base de los generadores.....	37
Figura 2.6	Amortiguadores de vibración.....	38
Figura 2.7	Tubo silenciadores en 45° .....	39
Figura 2.8	Silenciadores Industriales de Salica .....	41
Figura 3.1	Luces de Muelle 2.....	44
Figura 3.2	Luces de muelle 1.....	45
Figura 3.3	Luces exteriores.....	46
Figura 3.4	Alumbrado frigorífico.....	47
Figura 3.5	Cargador de batería.....	49
Figura 3.6	Computadora.....	50
Figura 3.7	Compresores de tornillo de frigorífico nuevo.....	52
Figura 3.8	Bomba contra incendios.....	53
Figura 3.9	Planta desalinizadora.....	54
Figura 3.10	Compresores de tornillo de frigorífico viejo.....	55
Figura 3.11	Bombas de muelle.....	56
Figura 3.12	Gráfico de c/h de operación de GE3508B.....	67
Figura 3.13	Gráfico de costos KWH por rubro.....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Caída de voltaje permisible.....	11
Tabla 2	Factor de potencia típico.....	16
Tabla 3	Factor de arranque de voltaje reducido.....	26
Tabla 4	Factor multiplicador de código Nema de motores AC....	27
Tabla 5	Datos técnicos de cargas de luces.....	43
Tabla 6	Cargas Generales (Cálculos).....	48
Tabla 7	Total (Resumen).....	51
Tabla 8	Motores en general (Datos Técnicos).....	57
Tabla 9	Motores en general (cálculos).....	58
Tabla 10	Total Resumen.....	59
Tabla 11	Factor de coincidencia de Salica del ecuador.....	60
Tabla 12	Costos de filtros.....	61
Tabla 13	Costos de lubricantes.....	62
Tabla 14	Costos de consumo de combustible .....	63
Tabla 15	Costos de reparación.....	64
Tabla 16	Costos de depreciación.....	65
Tabla 17	Resumen de costos.....	66



**CIB-ESPOL**

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Diagrama Unifilar de Salica del Ecuador S.A
Plano 2	Diagrama Unificar de Salica del Ecuador S.A
Plano 3	Diagrama Unifilar de salica del Ecuador S.A
Plano 4	Casa de Fuerza.

## INTRODUCCION

Este trabajo está basado en los problemas que se le generaron a la compañía SALICA DEL ECUADOR S.A. por el deficiente servicio que la Empresa Eléctrica de la Península "Emepe" brinda al sector de la parroquia rural de Posorja, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

Los inconvenientes ocasionados a esta compañía por la escasez de energía eléctrica, que producían apagones en ciertos horarios predeterminados en el día, por un largo período de tiempo, le produjeron además de los inconvenientes normales, como son un bajo rendimiento de sus empleados en su rutina diaria de trabajo, la baja de su producción en la planta de lomos de atún, el peligro de grandes daños y perjuicios en su maquinaria de alta tecnología, etc., problemas paralelos y derivados de éste, como son el alto nivel de inseguridad del sector.



**CIB-ESPOL**

Las instalaciones de EMEPE fueron construidas para brindar un servicio limitado al sector de la península con generadores accionados con motores a Bunker, y que también se incluirían a contadas industrias que existían en la época de su constitución. . En el año 2002 la situación de Salica del Ecuador era crítica debido al pésimo servicio de EMEPE.

La situación empeoraba día a día ya que la demanda en las zonas de turismo creció vertiginosamente lo cual derivó en que la Administración de esta compañía pesquera, decidió realizar un estudio para la selección mas correcta para la dotación en planta de grupos de generación auxiliar y posteriormente proyectándola a la condición de autogeneración.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
SIMBOLOGIA.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	V
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE PLANOS.....	VII
INTRODUCCION.....	1

## CAPITULO 1

<b>1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción de la Planta Atunera.....	3
1.2 Sistema Eléctrico del Sector.....	7
1.3 Necesidad de Grupos Electr6genos Auxiliares para los Procesos.....	9
1.4 Consideraciones de Equipos que se Tomaron para la Selecci3n de los Grupos Electr6genos.....	10

## CAPITULO 2

<b>2. ANALISIS DE CARGA PARA SELECCI3N DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS.....</b>	<b>17</b>
--	-----------

2.1	Carga Instalada e Información del Sitio de Trabajo.....	17
2.2	Medición de Curva Cronológica de la Demanda de Carga.....	19
2.3	Factor de Coincidencia.....	22
2.4	Tipos de Arranque de los Motores.....	23
2.5	Tipo de Aplicación de los Grupos Electr6genos.....	28
2.6	Paralelismo, Tipos y Consideraciones.....	29
2.7	Consideraciones del Nivel de Ruido.....	33

### **CAPITULO 3**

#### **3. CALCULO DE LA SELECCION DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS**

##### **Y EVALUACION DE LOS MISMOS.....42**

3.1	Evaluaci3n T6cnica de la Curva de Carga de la Planta de Acuerdo a la Operaci3n de Cada Proceso (Factor de Coincidencia) y C6lculo de la Potencia Instalada.....	42
3.2	Evaluaci3n Econ3mica: An6lisis de Costo de Inversi3n y de Operaci3n con Respecto a la Empresa El6ctrica.....	61

### **CAPITULO 4**

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....70**

#### **AP6NDICES**

#### **BIBLIOGRAFÍA**



# CAPITULO 1



CIB-ESPOL

## 1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.

### 1.1 Descripción de la planta Atunera.

La compañía SALICA DEL ECUADOR S.A. es una empresa fundada en el año 2001, por un fuerte grupo de inversionistas españoles, deseosos de tener un punto estratégico en el Océano Pacífico, donde sus embarcaciones pesqueras puedan depositar la pesca y abastecerse para poder zarpar nuevamente en faenas de pesca.

La planta industrial de la compañía SALICA DEL ECUADOR S.A. se encuentra construida sobre las riberas del canal del Morro, que forma parte del canal de acceso y navegación hacia el Puerto Marítimo de Guayaquil, Este brazo de mar a la altura de Posorja se encuentra conectado con el canal de Jambelí (Fase terminal del Río Guayas), por el canal de Cascajal.

Posorja es una parroquia rural perteneciente al cantón Guayaquil; viejo poblado, que tiene 105 años de fundación. La característica del asentamiento es pesquero industrial, por lo que tiene un gran dinamismo económico y poblacional. Figura 1.1. Salica del Ecuador S.A. es la mas avanzada instalación de este tipo en nuestro País, ha sido construida con los mas altos estándares de calidad, seguridad y protección del medio ambiente. Se espera contribuir al desarrollo de la región y del Ecuador con una inversión que genera cerca de mil plazas de trabajo directas y una mayor cantidad de fuentes indirectas. Figura 1.2.

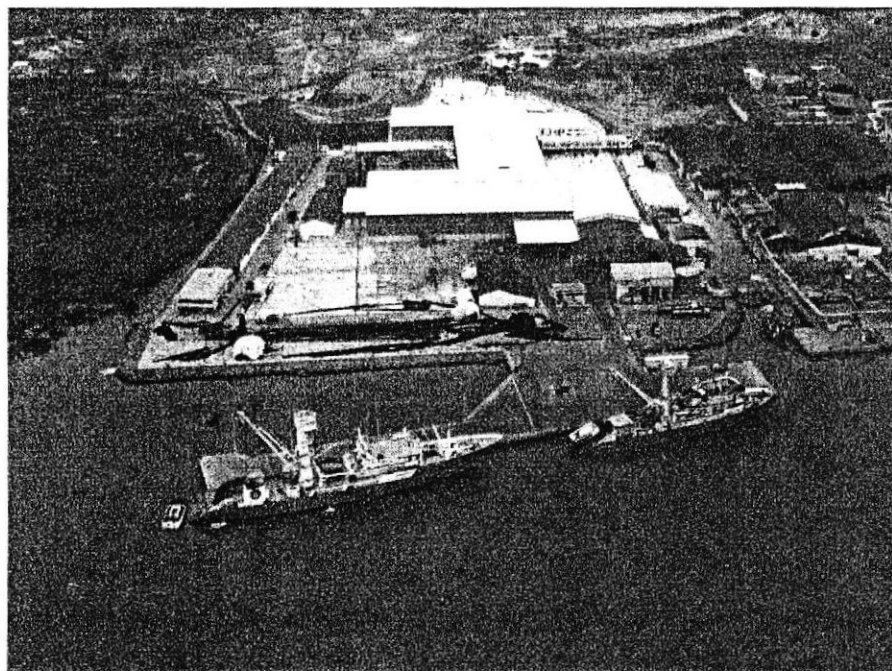
- La planta tiene en sus instalaciones un muelle de 220 m, construido sobre pilotes de hormigón armado y diseñado para recibir buques con una eslora de hasta 150 metros y seis mil toneladas de desplazamiento.

- Tiene un frigorífico de 6.440 metros cuadrados con una capacidad de 12.000 toneladas métricas de almacenamiento de Túnidos.

- La planta de procesamiento de lomos de Atún es de 8100 metros cuadrados con una capacidad de 25.000 toneladas al año. La planta de procesamiento de enlatados, que actualmente se encuentra en construcción, tendrá una capacidad de 4.800.000 latas por año, lo que se traduce en 400.000 cajas anuales.



FIGURA 1.1 PARROQUIA POSORJA



**FIGURA 1.2 PLANTA GENERAL SALICA DEL ECUADOR S.A**

- La casa de fuerza de 220 metros cuadrados de superficie, destinada para el funcionamiento de los equipos de generación.

- El sistema de abastecimiento de combustible para los barcos y planta tiene una capacidad de 140.000 galones de diesel.

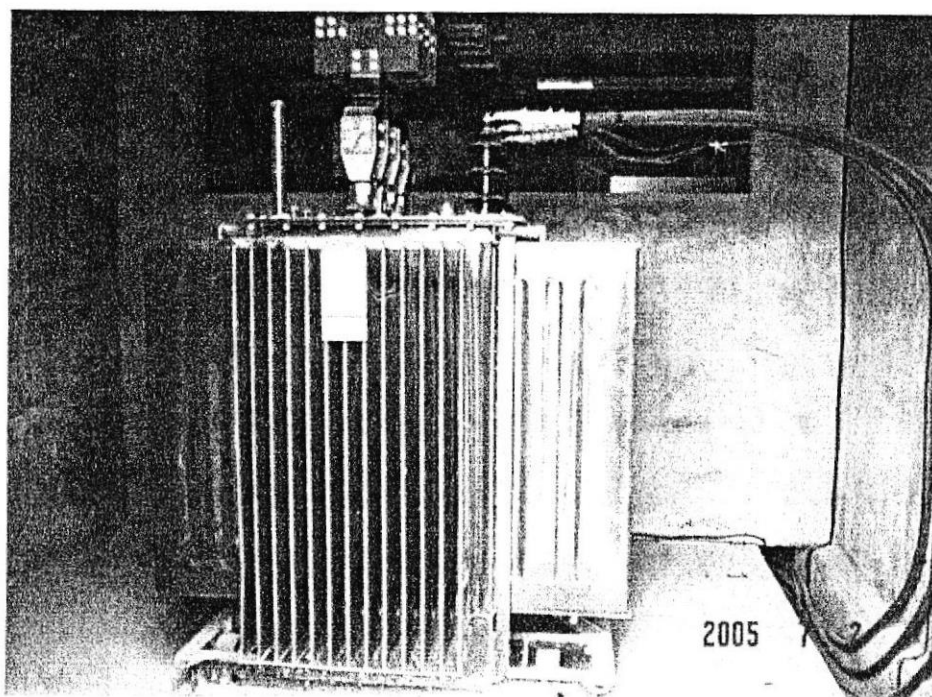


## 1.2 Sistema Eléctrico del Sector

La planta usa la energía eléctrica del sistema nacional interconectado (SIN), y está alimentada por la Empresa Eléctrica de la Península de Santa Elena "EMEPE", la misma que se vuelve totalmente inestable en la temporada de Invierno, por la gran demanda generada por los habitantes y por el sector turístico de la península.

Esto hace que continuamente haya cortes prolongados hasta de un día. Actualmente la planta recibe energía a 13.800 voltios de un transformador de 3 megas de capacidad y se distribuye subterráneamente a todos los sitios de la planta a 440 voltios.

Figura 1.3.



**FIGURA 1.3 TRANSFORMADOR DE 3 MEGAS**

### **1.3 Necesidad de Grupos Electr6genos Auxiliares para los Procesos.**

Debido a los continuos cortes de energa del sector y viendo que el servicio proporcionado por la Empresa El6ctrica no es confiable, la compa1a SALICA DEL ECUADOR S.A. debi3 prever sus futuras necesidades, debido a que la planta desalinizadora que trabaja 24 horas al d1a procesando agua potable, en un corte de energa, necesita 12 horas para volver a producir.

Adem1s, los compresores de los frigor1ficos ten1an problemas de arranque cuando ocurr1an los cortes de luz, debido a que la energa ven1a con un voltaje demasiado elevado, por lo que los dispositivos de seguridad se disparaban.

Sumando todos estos inconvenientes y el alto costo de facturaci3n de energa por parte de la Empresa El6ctrica, se tom3 la decisi3n de comprar una bater1a de grupos electr6genos auxiliares para la empresa.

Luego de los an1lisis y c1culos de carga futuras se compraron 4 grupos electr6genos CATERPILLAR de 600 Kw. cada uno, dando un total de 2.400 kw

#### **1.4 Consideraciones de Equipos que se tomaron para la selección de los Grupos Electr6genos.**

Las variaciones permisibles de voltaje y frecuencia dependen del tipo de equipo conectado en lnea. Los contactores de arranque del motor pueden abrirse si el voltaje desciende por debajo del 65% del valor nominal. Las caidas de voltaje menores que el 30 % a veces son comercialmente aceptables. Ver Tabla 1.1.

#### **CARGA DE LUCES.**

Los valores nominales de las lmparas incandescentes se expresan en voltios y vatios. Funcionan con corriente alterna o continua, ya que el factor de potencia es unitario.

La corriente absorbida por una lmpara se calcula dividiendo los vatios nominales por el voltaje de entrada especificado. Las lmparas incandescentes absorben altas corrientes de entrada y son adecuadas en aplicaciones que requieren destellos o reducci6n de la intensidad luminosa, operando en grandes gamas de voltaje. Cualquier fluctuaci6n de voltaje afecta el brillo de la lmpara. Los voltajes extremos acortan la duraci6n de los filamentos. Los valores nominales de las lmparas fluorescentes tambi6n vienen expresados en voltios y vatios. Debido a su transformador de lastre, estas lmparas tienen factores de potencia ligeramente menores (0.95 a 0.97).



**TABLA 1**  
**CAIDA DE VOLTAJE PERMISIBLE**

LUGAR DE APLICACION	CARGA	CAIDA DE VOLTAJE PERMISIBLE
Hospital, hotel, apartamentos, bibliotecas, escuelas, almacenes, etc.	Gran cantidad de carga lumínica, y de fuerza. No se permite ningún tipo de fluctuaciones de voltaje.	2% ,no es muy frecuente.
Teatros de cine, el tono del Sonido requiere una frecuencia constante.	Gran cantidad de carga lumínica. No se permite mayores Fluctuaciones.	3% , no es muy frecuente.
Bares y complejos turísticos.	Gran cantidad de carga de fuerza. Se acepta fluctuaciones menores.	5%-10%, no es muy frecuente.
Almacenes, lavanderías, etc. fabricas	Gran cantidad de carga de fuerza. Se acepta fluctuaciones menores.	3%-5%, frecuente.
Minas, campos ,petroleros, Plantas de asfalto, Industria etc.	Gran cantidad de carga de fuerza, se aceptan fluctuaciones.	25%-30% , frecuente.



**CTB-ESPOL**

Cuando cualquiera de estas dos clases de lámparas opera a partir de transformadores reductores, se debe considerar la contribución del factor de potencia del transformador.

### **COMPUTADORES.**

Cuando las computadoras forman parte de la carga, el fabricante de la computadora debe especificar la calidad de la corriente requerida antes de diseñar el sistema de alimentación.

### **UPS**

Los dispositivos de control de SCR (rectificador controlado por Silicona), permiten un control de velocidad infinita de motores rectificadores y fuentes de alimentación interrumpidas (UPS.)

.Al usarse con fuentes de alimentación limitada, tales como grupos electrógenos motorizados, las conmutaciones del SCR producen una fuerte deformación de las ondas de voltaje y corriente. Esto influye de forma negativa en el rendimiento de todo el sistema.

Los reguladores de todos los generadores pueden interpretar mal la deformación de las formas de onda, produciendo aumentos súbitos de voltaje. Los generadores sin escobillas con detectores de voltaje trifásico reducen al mínimo la realimentación de la deformación.

Los filtros de reguladores adicionales producen muy pocas mejoras. El control de SCR también puede interpretar esto mal. La filtración de la entrada de control mejora el rendimiento del controlador.

El escalonamiento de la forma de onda puede causar problemas en otras cargas conectadas a la línea. Los dispositivos temporizadores de estado sólido pueden contar mal y los interruptores de paso por cero pueden funcionar mal. La deformación de la forma de onda de la intensidad puede desarrollar resonancias armónicas en equipos del sistema. Esto calienta los devanados del motor y del generador.

Los rectificadores y los sistemas de alimentación ininterrumpidas pueden limitar la deformación empleando etapas múltiples de SCR. Desafortunadamente, la escalada de los costos no estimula los diseños de altas pulsaciones.

Al planificar sistemas con dispositivos SCR, el fabricante del control debe saber que se usará una fuente de alimentación limitada (grupo electrógeno).

El sistema puede diseñarse para reducir al mínimo los problemas de deformación.



Las limitaciones de las cargas de SCR al 66% de una potencia nominal principal del generador aseguran el control del regulador y evita los armónicos causados al recalentarse los devanados del generador.

### **CARGA DE MOTORES EN GENERAL**

Los motores eléctricos durante su arranque, absorben una corriente varias veces mayor que la corriente nominal a plena carga. Esto es la corriente con rotor enclavado o los Kva. de arranque pueden calcularse a partir de la corriente con rotor enclavado.

$$\text{Kva. de arranque} = \frac{V \times A \times 1.732}{1000}$$

Los motores generalmente tienen factores de potencia bajos (0.3 a 0.4) al arrancar. La carga impuesta sobre el motor durante el arranque se calcula mediante:

$$Kw = \text{Kva. de arranque} \times FP$$

La curva de arranque típica del motor viene influida por el diseño del motor y del generador y por la carga del motor. La caída de voltaje

TABLA 2

## FACTOR DE POTENCIA TIPICO

DESCRIPCION DE LA CARGA	FACTOR DE POTENCIA
Lámparas incandescentes	1.0
Lámparas fluorescentes	0.95 – 0.97
Aparatos calentadores por resistencia.	1.0
Motores de inducción.	0.75 – 0.90
UPS	0.90-0.95
Soldador tipo generador motor.	0.50- 0.60
Soldador tipo transformador.	0.50-0.70
Hornos de arco.	0.80 – 0.90
Hornos de inducción.	0.60 – 0-70

## **CAPITULO 2**

### **2. ANÁLISIS DE CARGA PARA LA SELECCIÓN DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS.**

#### **2.1 Carga Instalada e Información del Sitio de Trabajo.**

El primer paso para el análisis de cargas es hacer una lista de todas las cargas existentes. Se anotan separadamente los motores y las cargas diferentes a motores. La información se obtiene de los planos eléctricos o en una lista que da el electricista.

Generalmente cuando se anotan las cargas de motores, se comienza con el motor de mayor potencia para tener el dato de los máximos valores de Kw. o en Kva. Cuando hablamos de la carga instalada nos referimos siempre a todos los equipos que van a estar conectados al grupo electrógeno, es decir los equipos monofásicos (luces, computadores, UPS) y trifásicos (motores, acondicionadores de aire).

Los factores ha considerar durante el reconocimiento del sitio de trabajo son:

· Tipo del motor:

Dependiendo del tipo de suministró de combustible con el que dispone la industria, las opciones son: Diesel o Gas.

· Tipo de aplicación:

Dependiendo del uso final del Grupo Electrónico, se puede seleccionar entre: Potencia Principal, Potencia Continua, Potencia auxiliar o de emergencia.

· Altitud:

Cuando se habla de la capacidad de entrega del motor (Kw.), es importante considerar la ubicación del mismo ya que para altitudes superiores a 1.000 metros sobre el nivel del mar se puede requerir un derrateo del motor.

· Mínima Temperatura Exterior y Máxima Temperatura Ambiente:

La temperatura del aire circundante en el cual opera el sistema de generación u otro equipo eléctrico, la capacidad de entrega de potencia del generador varía con las condiciones de temperatura.

- Lugar de operación en recinto cerrado o a la intemperie:

En caso de recinto cerrado, se debe tener en cuenta los requerimientos de aire para la ventilación y la combustión. En caso Intemperie, se deben definir las medidas a tomar para proteger el equipo, paneles de control e instrumentación, contra condiciones adversas de lluvia, polvo, etc.

- Requerimiento del control de Ruido mecánico:

Con esta información se definirán los requerimientos del equipo para la atenuación del ruido mecánico.

- Condiciones ambientales extremas de operación:

Cuando un grupo electrógeno trabaja bajo ciertas condiciones de alta humedad, condensación de agua salada, polvo de carbón, u otras atmósferas corrosivas o conductivas, se deben tomar las precauciones necesarias para proteger el sistema de aislamiento del generador.

## **2.2 Medición de Curva Cronológica de la Demanda de Carga**

Las capacidades del motor y del generador se consideran tanto de forma individual como colectiva al seleccionar grupos electrógenos.



Los motores producen potencia (o kilovatios) a la vez que controlan la velocidad o la frecuencia.

Los generadores influyen en el comportamiento del motor, pero principalmente son responsables de convertir la energía del motor en kilovoltios- amperios (Kva.).

También deben satisfacer las altas adsorciones de corriente de magnetización de los equipos eléctricos.

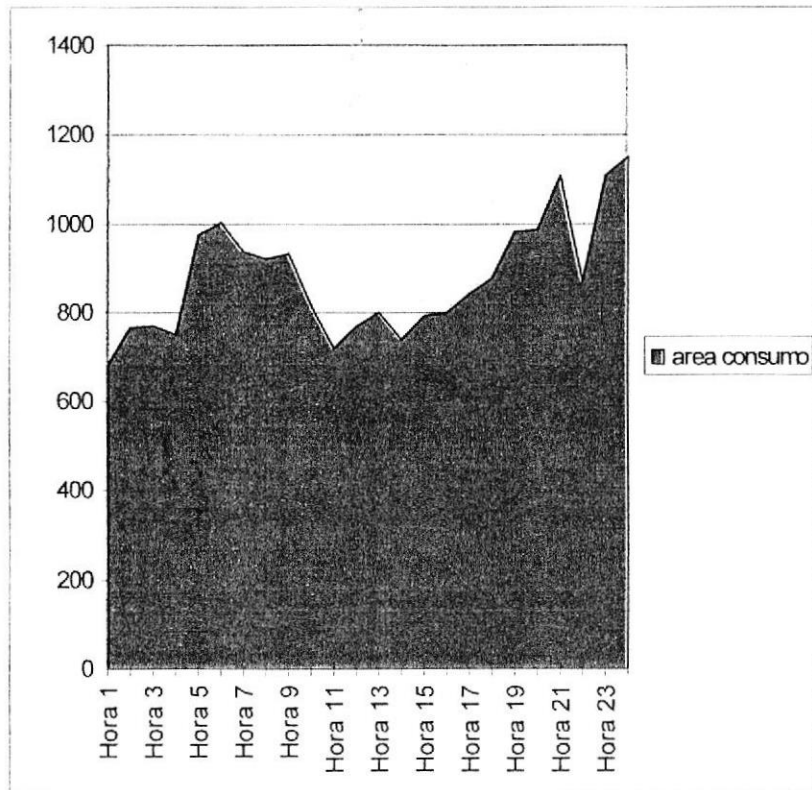


**CIB-ESPOL**

Para elaborar un perfil de comportamiento de carga en un lugar específico, generalmente se usa un medidor de carga, la cual mide diariamente la carga en kilovatios lo cual nos permite determinar la demanda durante la jornada de trabajo.

La figura 2.1 establece la demanda máxima diaria y ayuda a seleccionar el tamaño del motor.

También es útil en la programación de unidades para operar de forma económica.



**FIGURA 2.1 CURVA DIARIA DE CARGA TÍPICA DE UNA INDUSTRIA.  
(24 HORAS)**

### 2.3 Factor de Coincidencia

El diseño inicial del sistema de energía considera la potencia necesaria del grupo electrógeno en kilovatios (Kw.). Esto resume todas las cargas conectadas al generador. Rara vez operaran al mismo tiempo todos los dispositivos conectados, por lo que tal vez no se requiera la carga total. Sin embargo, en el caso de hospitales, el código eléctrico Nacional (NEC) requiere unas dimensiones acorde con el número total de cargas de emergencia conectadas. En la mayoría de las otras aplicaciones, si la carga total conectada se usa para determinar el tamaño del grupo electrógeno, los costos del sistema tal vez sean innecesariamente altos.

Cuando los grupos electrógenos suministran energía de reserva, se proporcionan circuitos separados para cargas críticas o de emergencia. Estas cargas deben satisfacerse totalmente cuando falle la energía normal. Los grupos electrógenos de reserva tienen las dimensiones de la carga total conectada al circuito de emergencia.

La relación de la carga real a la carga conectada es el factor de demanda o coincidencia. Esta relación cambia con el tiempo. El tamaño de la carga conectada viene determinado sumando los

valores nominales de la placa de identificación de todos los equipos conectados. Se debe establecer la duración de la carga para seleccionar y operar el sistema con la máxima eficiencia.

#### 2.4 Tipos de Arranque de los Motores.

Los tipos de arranques son los siguientes:

- **Arranque a voltaje máximo.**-El arranque a voltaje máximo, en paralelo, es sencillo, económico y se prefiere cuando lo permite la capacidad y el rendimiento del sistema. El voltaje de línea completo se suministra al motor de forma instantánea cuando se acciona el interruptor del motor. Se dispone del par de arranque máximo. El grupo electrógeno debe tener una capacidad de Kva. de arranque de motor suficiente para eliminar la caída de voltaje. Si no se puede determinar los valores reales de las corrientes de arranque del motor, a veces se estima un 600 % de la corriente nominal a plena carga.

- **Arranque a voltaje reducido.**-Disminuye el par de arranque del motor. Esto disminuye la capacidad de arranque del motor y de lograr una velocidad nominal cuando tiene una carga. También aumenta el tiempo para alcanzar la velocidad máxima de operación.

La reducción del par motor se aproxima al cuadrado de la reducción de voltaje. Un motor de arranque con un voltaje reducido un 80% permite que el motor produzca, durante el arranque solamente un 64% del par disponible a plena velocidad. Ver tabla 3.

- **Auto transformador. Abierto.**-El auto transformador de arranque, también llamados autos compensadores, proporcionan un mayor par de arranque por amperio que los otros tipos de motores de arranque de voltaje reducido.

Están disponibles para motores de gran tamaño de alto y bajo voltaje. El primario del auto transformador esta conectado a la línea del suministro y a las tomas del motor a bajo voltaje hasta alcanzar la velocidad predeterminada.

El auto transformador se desconecta después y el motor se conecta directamente a la línea.



- **Autotransformador. Cerrado.**-Una alternativa, y un método cada vez más popular, consiste en la transición cerrada. Esta técnica reduce al mínimo el impacto y proporciona un par positivo continuo durante la transferencia a voltaje máximo. Los auto transformadores de arranque están controlados magnéticamente.

- **Devanado parcial.**-Es un motor especial con el estator arrollado con dos o más circuitos en paralelo .Estos se conectan sucesivamente a la línea a medida que aumenta la velocidad del motor.

Es posible un arranque de transición cerrada y una buena relación de par a Kva., pero la técnica no es adecuada para motores pequeños de alta velocidad.

- **Estrella Triangulo.**-El motor arranca en forma de motor conectado en estrella y funciona conectado en triángulo. Tiene una conexión de motor sencilla con transferencia de transición abierta. El par esta limitado al 33% del par de voltaje máximo.

- **Estado sólido.**- El control varía el ángulo de conducción de SCR del 20% al 100%, controlando el voltaje al motor, generalmente del 40% al 80%. Algunos tienen una opción de derivación que permite un arranque en paralelo.

Entre los tipos de control comunes se incluyen los siguientes: Rampa de voltaje/tiempo, Rampa de límite de corriente, Rampa lineal de velocidad/tiempo.

**TABLA 3**  
**FACTOR DE ARRANQUE DE VOLTAJE REDUCIDO.**

<b>METODO DE ARRANQUE</b>	<b>% DE VOLTIOS APLICADOS (TOMA)</b>	<b>% V.P. KVA</b>	<b>% PAR V.P</b>	<b>FACTOR DE MULTIPLICACION.</b>
Voltaje Pleno.	100	100	100	1.0
Autotransformador De Voltaje Reducido.	80	64	64	0.64
	65	42	42	0.42
	50	25	25	0.25
Reactor en Serie del Resistor.	80	80	64	0.80
	65	65	42	0.65
	50	50	25	0.50
Estrella Delta	100	33	33	0.33
Motor de Rotor Bobinado.	100	160	100	1.6

TABLA 4

FACTOR MULTIPLICADOR DE CODIGO NEMA DE MOTORES AC.

CODIGO DE LETRAS NEMA	SKVA por hp	VALOR PROMEDIO
A	0.00 – 3.14	1.57
B	3.15 - 3.54	3.34
C	3.55 - 3.99	3.77
D	4.00 - 4.49	4.24
E	4.50 – 4.99	4.74
F	5.00 – 5.59	5.30
G	5.60 – 6.29	5.94



## 2.5 Tipo de Aplicación de los Grupos Electr6genos.

Los grupos electr6genos pueden ser usados en diferentes aplicaciones, por los que se lo han dividido en grupos continuos, grupos primarios, grupos auxiliares o emergencia.

**Grupos continuos.-** Son aquellos cuya potencia disponible sin carga variable durante un tiempo ilimitado.

Factor de carga t6pico	70% a 100%
Horas t6picas por a1o	ilimitadas
Demanda t6pica m1xima	100% del valor continuo nominal el 100% del tiempo
Aplicaci6n t6pica	carga b1sica, red, cogeneraci6n, operaci6n en paralelo



CIB-ESPOL

**Grupos Primarios.-** Son aquellos cuya potencia disponible con carga variable durante un tiempo ilimitado.

Factor de carga t6pico	60% a 70%
Horas t6picas por a1o	ilimitadas
Demanda t6pica m1xima	100% del valor principal nominal usado ocasionalmente.
Aplicaci6n t6pica	Industrial, bombeo, construcci6n, reducci6n de m1ximos.

**Grupos Auxiliares o Emergencia.-** Son aquellos cuya potencia disponible con carga variable durante la interrupción para la fuente de alimentación normal.

Factor de carga típico	60% o menos
Horas típicas por año	menos de 500 horas
Demanda típica máxima	80% de los ekw nominales con un 100% del valor nominal disponible durante un corte de energía de emergencia.
Aplicación típica	Servicios de reserva de edificios y ambientes cerrados /protegidos, hospitales, almacenes, aeropuertos.

## 2.6 Paralelismo, Tipos y Consideraciones

En ciertas situaciones, es obligatorio el uso de más de un grupo electrógeno. En otras, puede resultar más económico. En instalaciones críticas en las que la fuente de alimentación principal es un grupo electrógeno, se requiere energía de reserva. Se debe disponer de un segundo grupo electrógeno, capaz de asumir cargas críticas en caso de que falle el grupo principal y para usar durante los periodos de mantenimiento fijados por el grupo principal.

Los casos en que las instalaciones de múltiples grupos electrógenos demuestren ser más económicas son aquellos en que se produce una gran variación de carga durante el curso del día, de la semana, del mes o del año. Dicha variación es típica en plantas en que las operaciones se llevan a cabo principalmente durante el día, mientras que por la noche solo hay cargas pequeñas. Cuanto más se aproxime un grupo eléctrico a la carga plena, mayor será la economía por kilovatio producido. Así pues. El uso de una pequeña unidad para alimentar las cargas ligeras a deshoras resultara a menudo en un ahorro de combustible a largo plazo. Figura 2.2.

En instalaciones en que la carga no varíe hasta los extremos encontrados entre las condiciones diurnas y nocturnas, a veces es ventajoso repartir la carga entre varias unidades pequeñas operando en paralelo. Después se puede parar una o más de las unidades cuando la carga sea más ligera, aproximando así la carga de las otras unidades a la capacidad máxima. Por ejemplo, este tipo de sistema es ventajoso en casos que la demanda dependa de las estaciones del año. Normalmente los grupos eléctricos idénticos operan en paralelo sin problemas pero, cuando se conectan en paralelo unidades que no son similares, debe considerar los efectos siguientes:

- Configuración del motor- La respuesta a las variaciones de carga se vera afectada por el tamaño del motor, el tipo de turbocompresor y regulador y el ajuste. Es probable un desequilibrio temporal de las cargas de Kw. durante las variaciones de carga pero se estabiliza rápidamente.
- Diseño del generador - Las corrientes de circulación y las corrientes armónicas se suman alas corrientes de carga básica, aumentando las temperaturas de las bobinas, y causando el disparo de disyuntores. La corriente de circulación se reduce a un mínimo ajustando bien el regulador .Se debe calcular la interacción armónica entre generadores para determinar la compatibilidad.
- Diseño del regulador- Se puede utilizar una regulación automática de voltaje de diseños diferentes para conectar generadores en paralelo. Cuando se conectan en paralelo reguladores de voltaje constante con reguladores de tipo de voltios por herzio, se puede anticipar un desequilibrio durante los cambios de carga transitorios. Al aplicar súbitamente una carga, las unidades de voltaje constante tratan de suministrar el total requerido. A medida que el generador de voltaje constante disminuye la frecuencia, la unidad de voltios por herzio empieza repartir la carga, el desequilibrio de carga temporal pasa y la carga en Kw. se reparte entre los generadores.

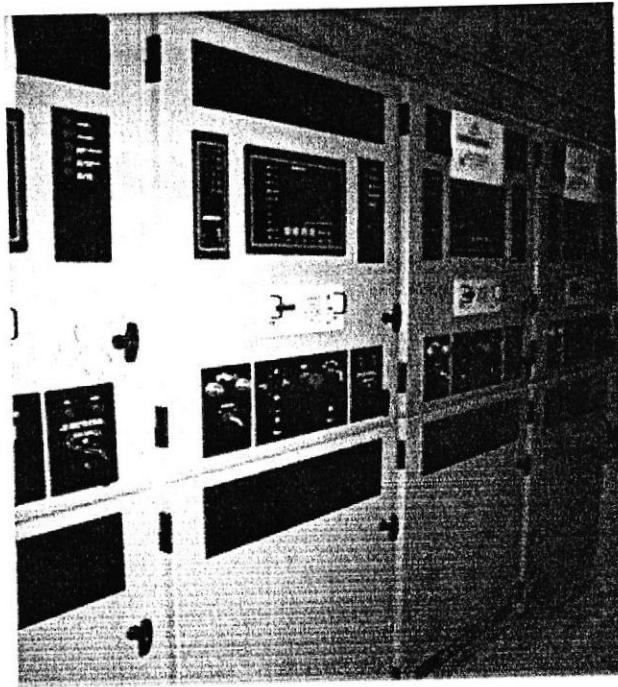


FIGURA 2.2 SISTEMA DE PARALELISMO DE SALICA

## 2.7 Consideraciones del Nivel de Ruido

El oído humano no hace uso de decibelios de presión sonora para estimar el volumen de un ruido. La clasificación del volumen de un ruido también es sensible a la frecuencia.

Los sonidos con frecuencias comprendidas en la gama de 5000 a 10000 hz son las mas fáciles de oír. Los sonidos con frecuencias muy bajas son los mas difíciles de oír. La pérdida de oído debido a la exposición a los ruidos depende igualmente de la frecuencia.

Al estar parado junto a un motor, el ruido oído procedente de otros motores funcionando en la misma zona dependerá de la distancia de separación de los motores y de donde este la persona en relación con esta distancia de separación.

El ruido puede transmitirse por el aire o por las estructuras .El ruido transmitido por las estructuras son vibraciones transmitidas por una estructura, típicamente la que soporta el motor.

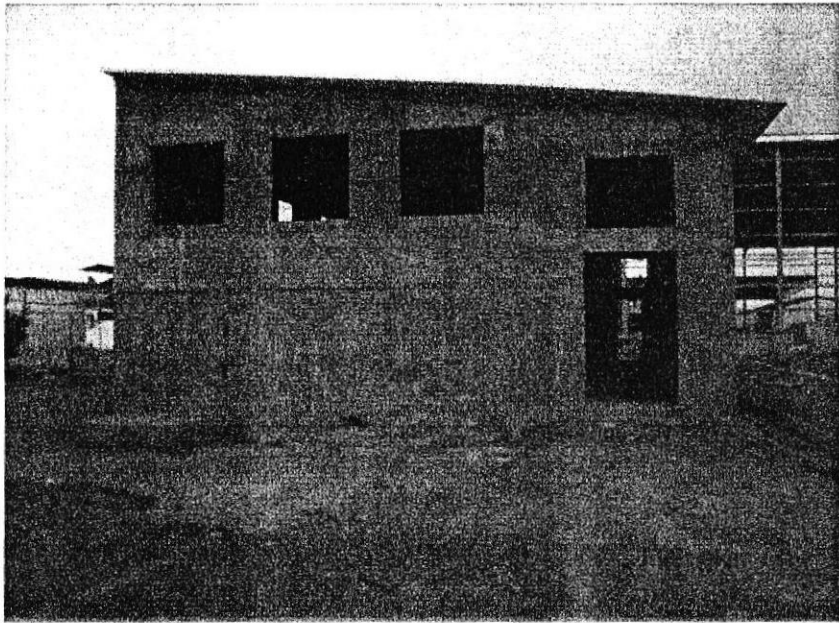
Los métodos de control de ruido son diferentes para cada una de estas dos fuentes.

**Ruido Mecánico.-** Muchas técnicas utilizadas para aislar vibraciones de grupos electrógenos se aplican al aislamiento de ruidos mecánicos. Las reducciones modestas de ruidos son consecuencia de la atención prestada a las fuentes de ruidos, es decir, reducción de velocidades de ventiladores, revistiendo de zonas de moldeo y canalización de caudales de aire.

Excepto en el caso de atenuación de más de 10 db, las unidades deben estar totalmente aisladas. Un método eficaz consiste en utilizar bloques de hormigón llenos de arena para alojar el grupo electrógeno. Además, la unidad debe disponer de las técnicas de aislamiento de vibraciones.

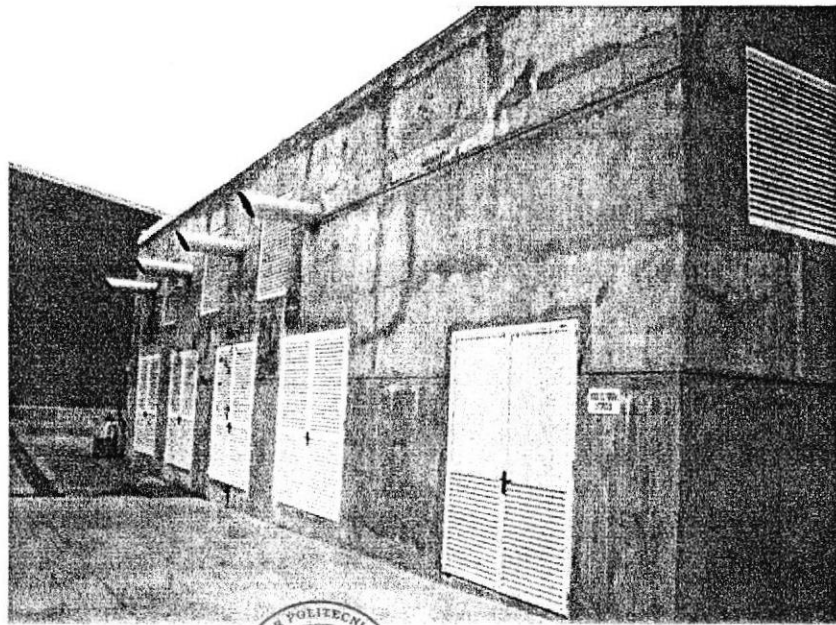
En la **figuras 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7** se comparan de forma aproximada de diversos métodos de aislamiento. En el Plano 4 se puede ver el diseño de la casa de Fuerza de la planta.

Los motores completamente cerrados no son prácticos debido a las aberturas requeridas para tubos, conductos y ventilación. Los recintos cerrados con numerosas aberturas raramente atenúan más de 20 db.



**FIGURA 2.3 CASA DE FUERZA DE GENERADORES 1ERA FASE**



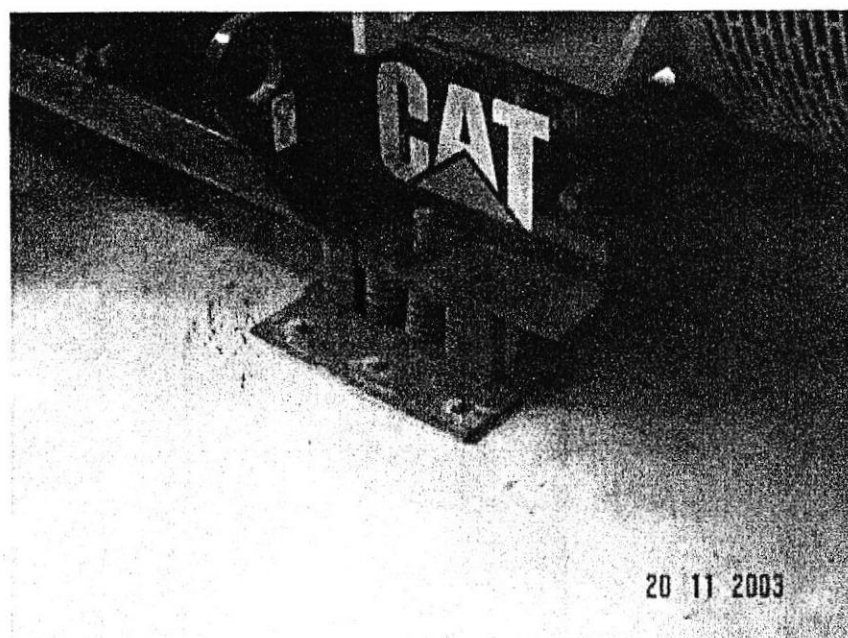


CIB-ESPOL

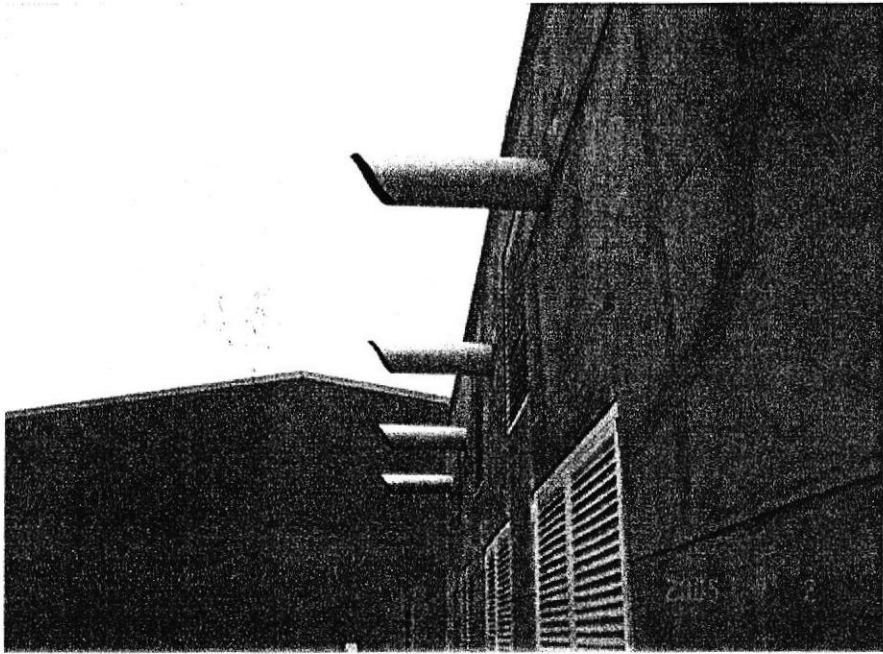
**FIGURA 2.4 CASA DE FUERZA DE GENERADORES FASE FINAL**



**FIGURA 2.5 BASE DE LOS GENERADORES**



**FIGURA 2.6 AMORTIGUADORES DE VIBRACIÓN**



**FIGURA 2.7 TUBOS DE SILENCIADORES EN 45°**

**Ruido de admisión:**

La atenuación del ruido de admisión se logra por medio de elementos de filtro de aire o silenciadores de admisión.

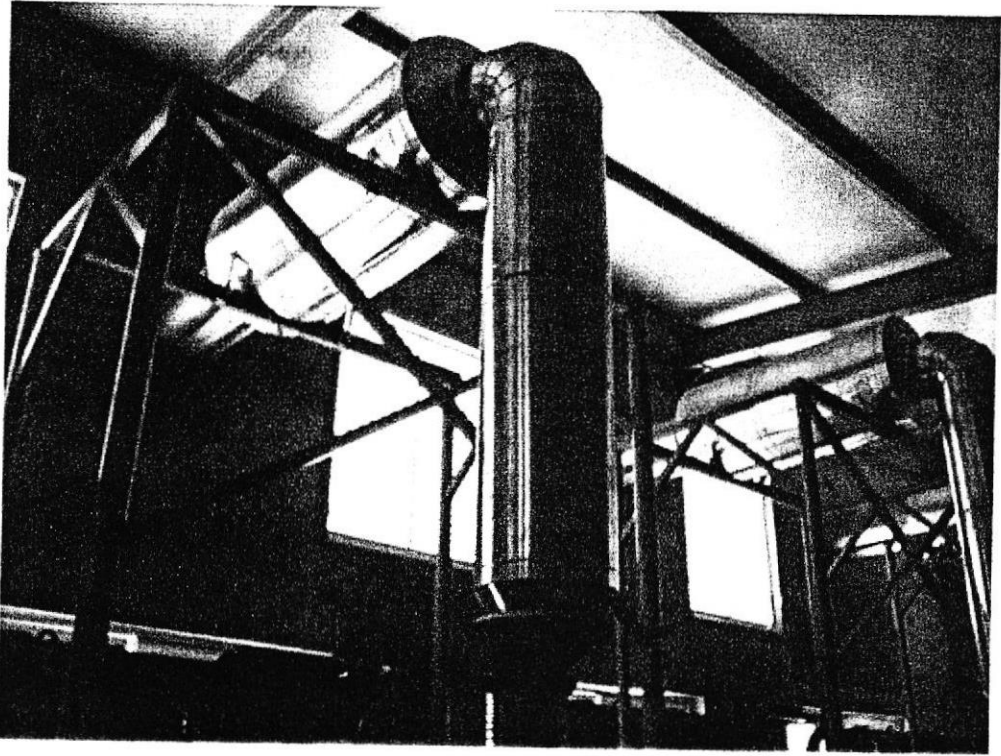
La atenuación del ruido debida a varios filtros de aire y silenciadores puede haber sido incorporada por el fabricante de los componentes. Figura 2.8.

**Ruido de escape:**

El ruido de escape normalmente se transmite por el aire. La atenuación del ruido de escape se logra normalmente usando un silenciador capaz, por lo general, de reducir el ruido de escape 15 db cuando se mide a 3,3 m (10 pies) perpendicular a la salida de escape.

La ubicación cerca del motor reduce al mínimo la transmisión del sonido a los tubos de escape.

Como el número de cilindros y las velocidades del motor producen diversas frecuencias de escape, el fabricante del silenciador debe predecir los efectos específicos de los silenciadores.



**FIGURA 2.8 SILENCIADORES INDUSTRIALES DE SALICA**

## **CAPITULO 3**

### **3. CALCULO DE LA SELECCION DE LOS GRUPOS ELECTROGENOS Y EVALUACION DE LOS MISMOS**

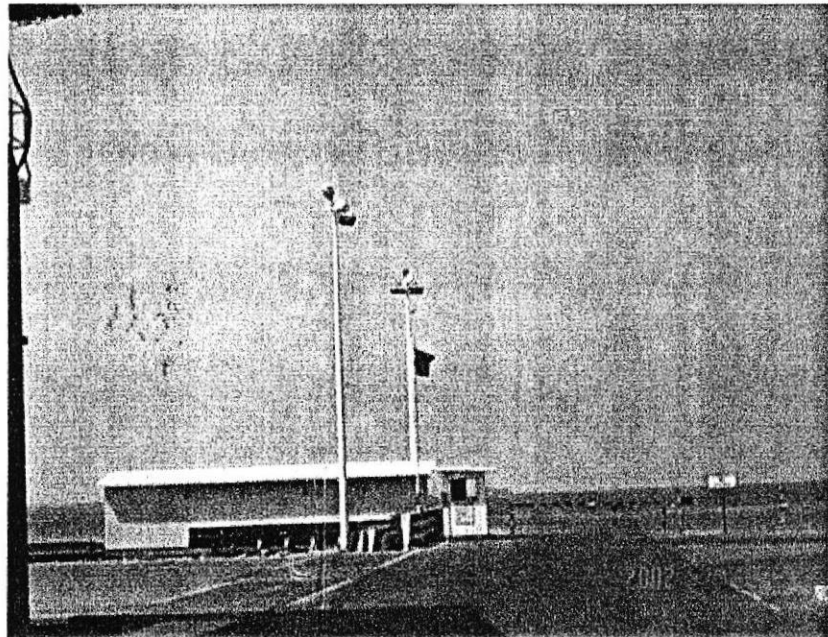
#### **3.1 Evaluación Técnica de la curva de carga de la planta de acuerdo a la operación de cada proceso (factor de coincidencia) y cálculo de la Potencia instalada.**

Del apéndice A podemos determinar la curva de carga de la empresa actual. Esta curva esta basada en un determinado cronograma de proceso de la planta en donde se trabaja en un turno de 12 horas y los frigoríficos con capacidad de 5000 TM (3 cámaras) por lo que se puede ver que la demanda máxima es de 1435 Kw. y tiene una demanda promedio mensual de 1047 KW. Por lo que para el cálculo de generación de la planta se tomo la máxima capacidad de producción y atún almacenado en el frigorífico. Del apéndice B se determinan los valores del sitio de trabajo que trabajaran los Generadores. Ver PLANO 1.

**TABLA 5**  
**DATOS TECNICOS DE CARGAS DE LUCES**

Cargas luminosas y resistivas	KW	NUMERO DE FASES	FACTOR DE POTENCIA	Kva = kw/fp
Proyectores Fab.	22	3	1	22
Proyectores muelle y parques redes. Ver figura 3.2	33	3	1	33
Alumb. Exterior muelle y parque de redes. Ver figura 3.1	20	3	0.95	21
Alumb. Exterior entrada y bodegas	15	3	0.95	16
Alumb. Exterior Fab y Frigorífico. Ver figura 3.3	22	3	0.95	23
Alum. Fabrica lomos	66	3	0.95	69
Alumbrado Frigorífico. Nuevo. Ver figura 3.4	90	3	0.95	95
Area Social	16	3	0.95	17
Villas en General	125	1	1	125
<b>TOTAL KW , KVA</b>	409			421

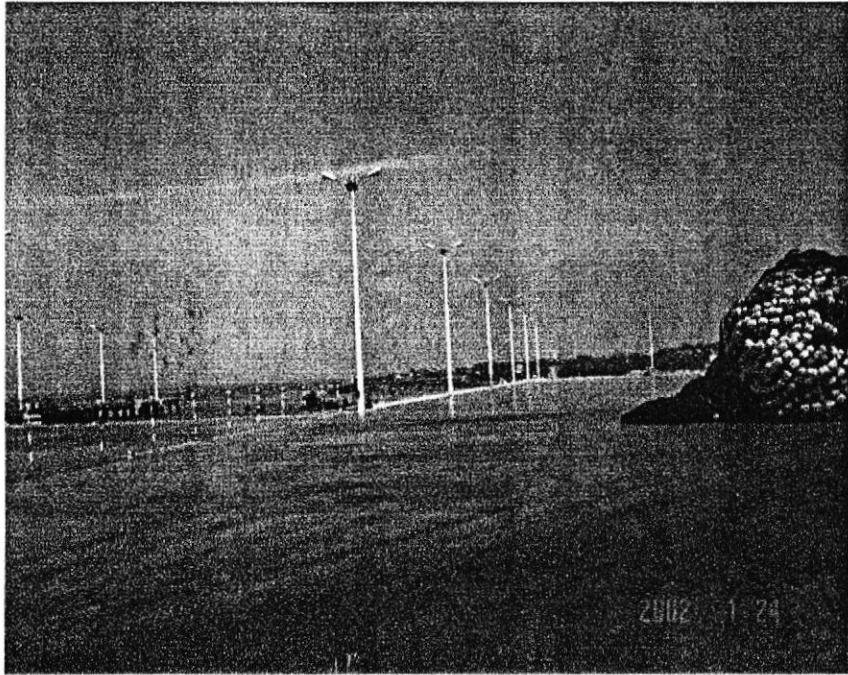




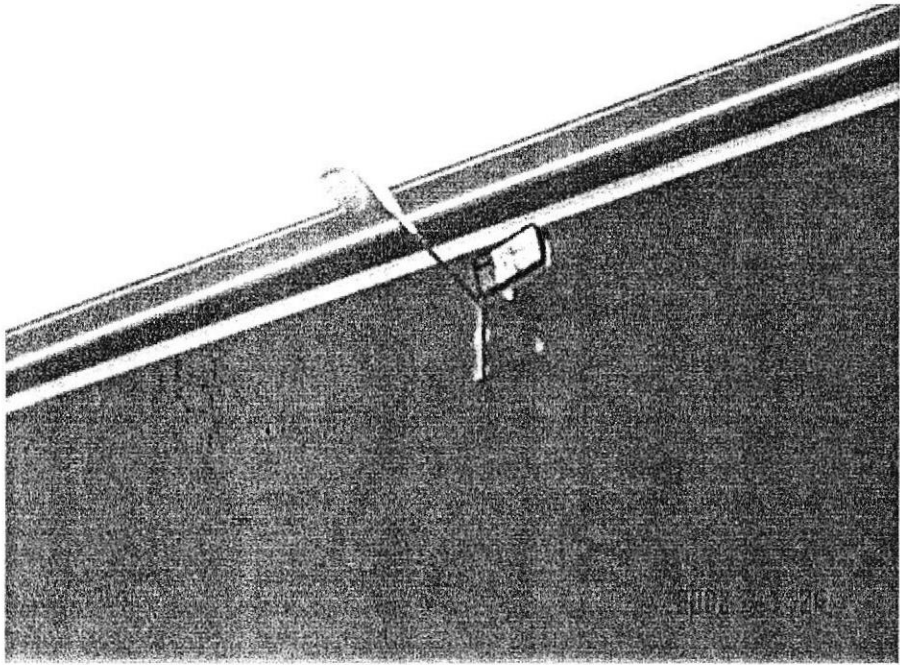
**FIGURA 3.1 LUCES DE MUELLE 2**



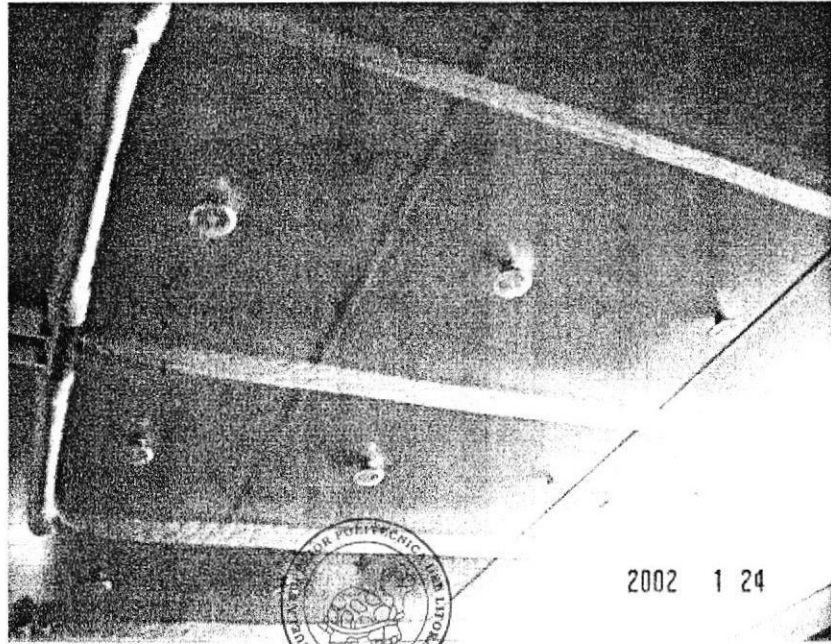
**CTB-ESPOL**



**FIGURA 3.2 LUCES DE MUELLE 1**



**FIGURA 3.3 LUCES EXTERIORES**

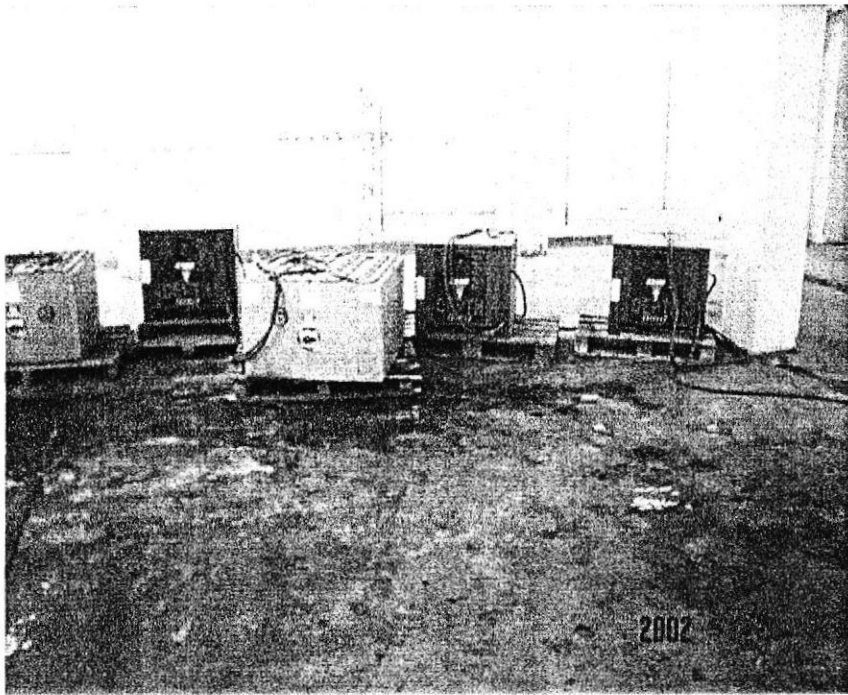


CTB-ESPOL

**FIGURA 3.4 ALUMBRADO FRIGORÍFICO**

**TABLA 6**  
**CARGAS GENERALES (CALCULOS)**

Otras cargas	Kw, hp o amp. salida	Kw, hp o kVA de entrada	Factor de potencia	eficiencia	% de caida de voltaje	Numero de fases.
Cargador de baterías. Ver figura 3.5		60	0.8		30	3
UPS		25	0.95	0.95	2	1
Equipo de oficinas		50				1
soldadoras		40	0.65			3
Computadoras. Ver figura 3.6		10				1
<b>TOTAL</b>		<b>185</b>				



**FIGURA 3.5 CARGADOR DE BATERÍA**



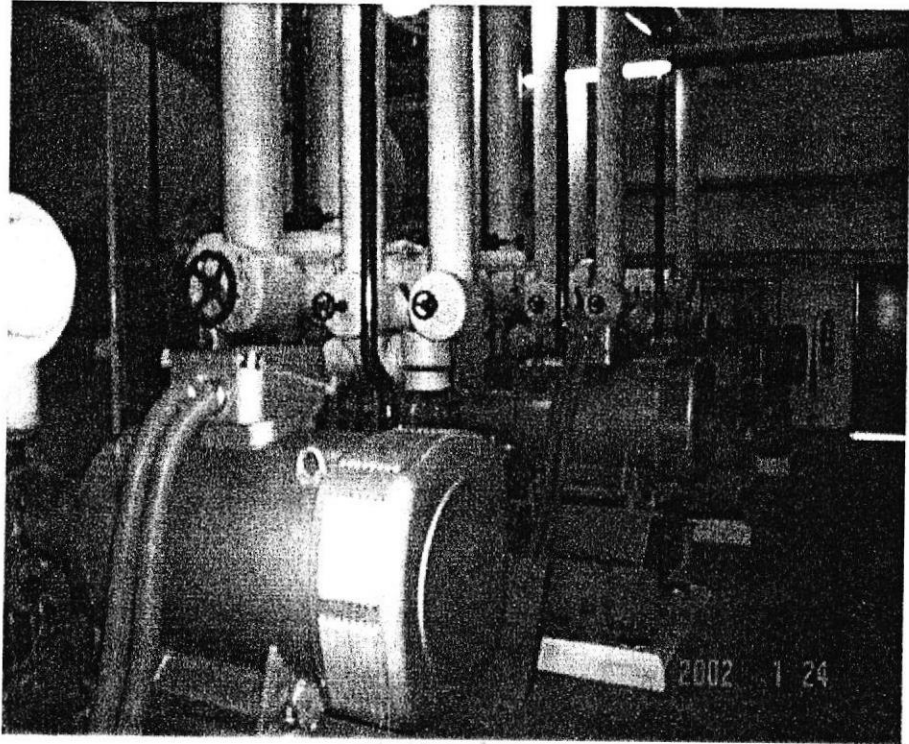
FIGURA 3.6 COMPUTADORA

**TABLA 7**  
**TOTAL DE CARGAS GENERALES**

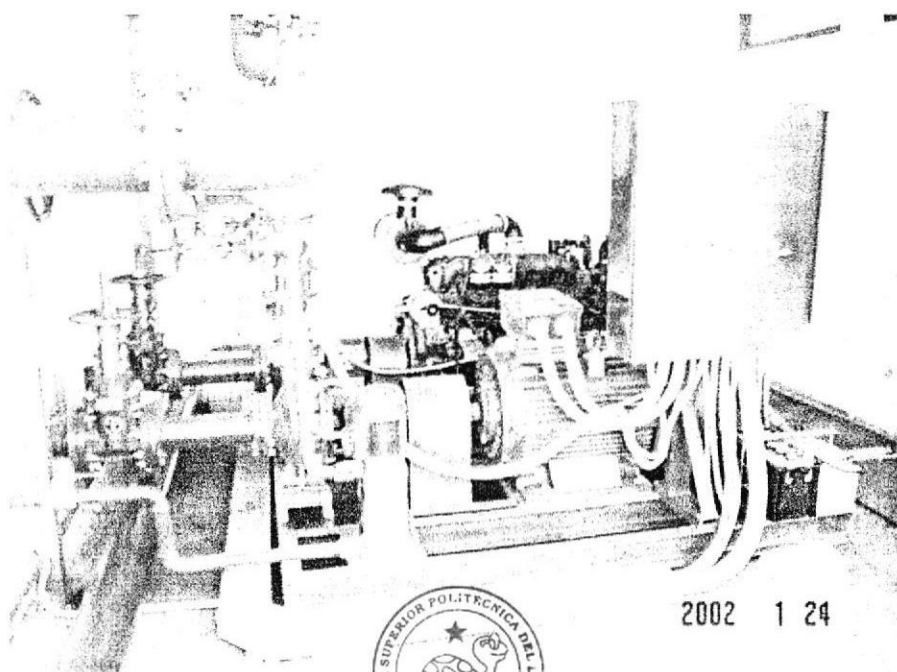
Otras cargas	KW de entrada	KVA = KW de entrada / Factor de potencia.
Cargador de baterías	60	75
UPS	25	26
Equipo de oficina	50	50
soldador	40	62
computadoras	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>185</b>	<b>223</b>







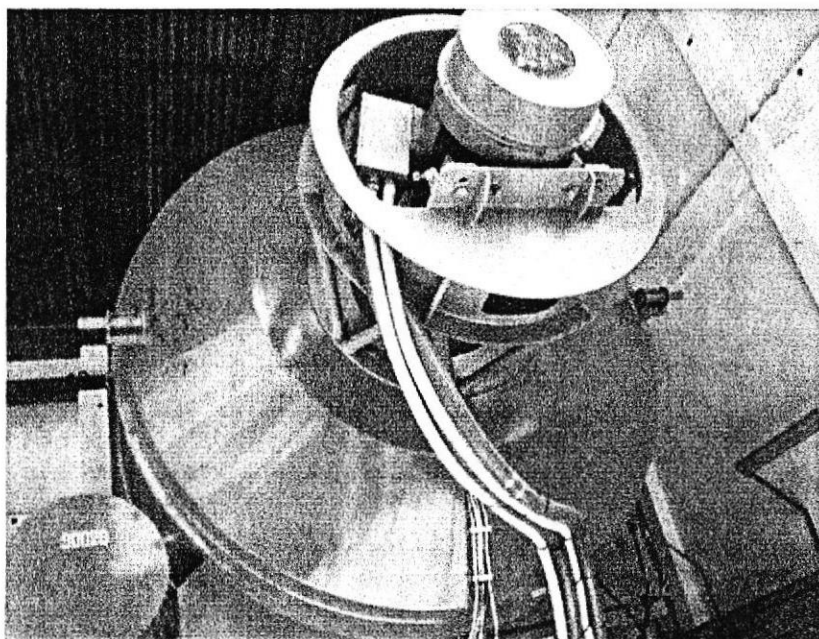
**FIGURA 3.7 COMPRESORES DE TORNILLO DE FRIGORÍFICO NUEVO**



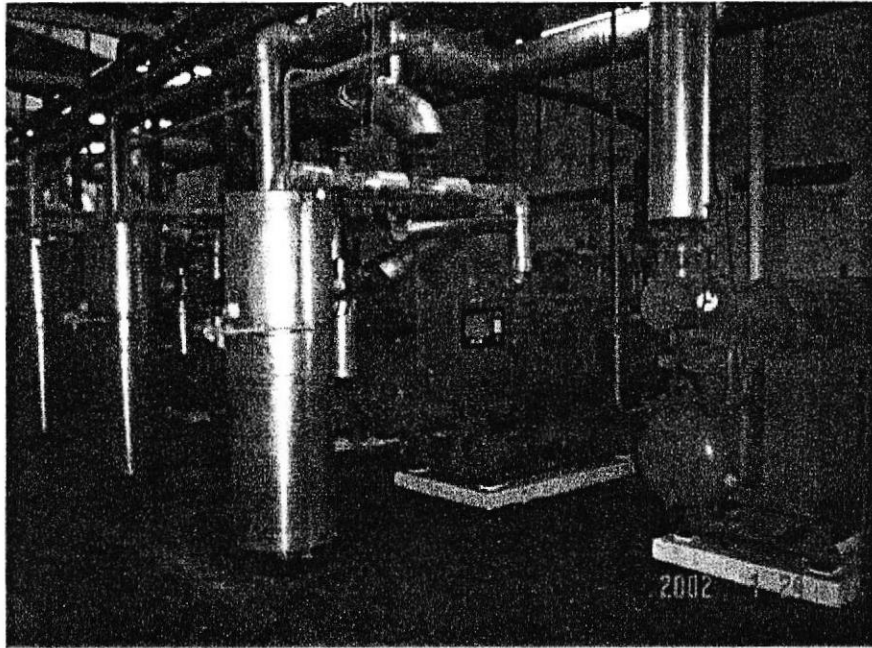
2002 1 24

**CIB-ESPOL**

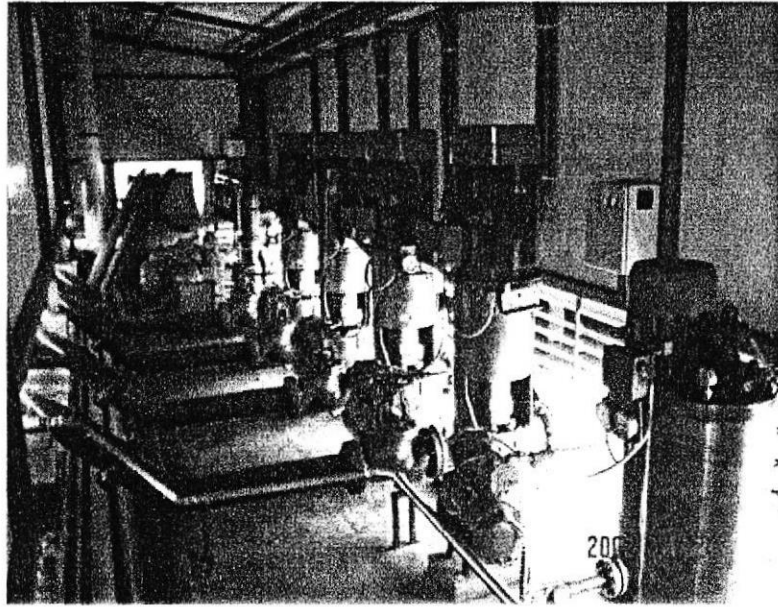
**FIGURA 3.8 BOMBA CONTRA INCENDIOS**



**FIGURA 3.9 PLANTA DESALINIZADORA**



**FIGURA 3.10 COMPRESORES DE TORNILLO DE FRIGORÍFICO VIEJO**



**FIGURA 3.11 BOMBAS DE MUELLE**



**CIB-ESPOL**


**TABLA 8**  
**MOTORES EN GENERAL (DATOS TECNICOS)**

SECUENCIA DE ARRANQUE	MAQUINARIA	HP DE SALIDA	EFICIENCIA DEL MOTOR	FACTOR DE POTENCIA	CODIGO NEMA	% DE CAIDA DE VOLTAJE ACEPTABLE	METODO DE ARRANQUE
1	DESALINIZADORA	537	0.91	0.8	F	30	DIRECTO
2	FRIGORIFICO O NUEVO	386	0.92	0.8	F	30	E-T
3	FRIGORIFICO O NUEVO	386	0.92	0.8	F	30	E-T
4	FRIGORIFICO O NUEVO	386	0.92	0.8	F	30	E-T
5	FRIGORIFICO O NUEVO	386	0.92	0.8	F	30	E-T
6	PLANTA DE HARINA	348	0.92	0.8	F	30	E-T
7	FRIGORIFICO O VIEJO	250	0.91	0.8	F	30	DIRECTO
8	FRIGORIFICO O VIEJO	250	0.91	0.8	F	30	DIRECTO
9	FRIGORIFICO O VIEJO	250	0.91	0.8	F	30	DIRECTO
10	FRIGORIFICO O VIEJO	250	0.91	0.8	F	30	DIRECTO
11	DEPURADORA	147	0.92	0.8	F	30	E-T
12	BOMBA DE INCENDIO	121	0.91	0.8	F	30	E-T
13	CALDERAS	107	0.91	0.8	F	30	E-T
14	BOMBA MUELLE	87	0.92	0.8	F	30	E-T
15	BOMBA MUELLE	87	0.92	0.8	F	30	E-T
16	BOMBA MUELLE	87	0.92	0.8	F	30	E-T
17	BOMBA MUELLE	87	0.92	0.8	F	30	E-T
18	BOMBAS DE COMBUSTIBLE	58	0.92	0.8	F	30	E-T
19	CINTAS CLASIFICACION	40	0.92	0.8	F	30	DIRECTO
20	BOMBA AGUA	35	0.92	0.8	F	30	DIRECTO

**TABLA 9**  
**MOTORES EN GENERAL (CALCULOS)**

	SECUENCIA DE ARRANQUE	KW DE ENTRADA = HP X 0.746 /EFICIENCIA	KVA = KW DE ENTRADA / FACTOR DE POTENCIA(TABLA 2)	SKVA = HP X FACTOR MULTIPLICADOR DEL CODIGO NEMA.(TABLA 4) X FACTOR MULTIPLICADOR DE ARRANQUE (TABLA 3)
1	DESALINI	440	550	2846
2	FRIG.NU	313	391	675
3	FRIG.NU	313	391	675
4	FRIG.NU	313	391	675
5	FRIG.NU	313	391	675
6	PLAN.HARINA	282	353	609
7	FRIG.VIE	205	256	1325
8	FRIG.VIE	205	256	1325
9	FRIG.VIE	205	256	1325
10	FRIG.VIE	205	256	1325
11	DEPURADORA	119	149	257
12	BOM.INCE	99	124	212
13	CALDERAS	88	110	187
14	BOM.MUE	71	89	152
15	BOM.MUE	71	89	152
16	BOM.MUE	71	89	152
17	BOM-MUE	71	89	152
18	BOMBAS COMBUS.	47	59	101
19	CINTAS CLASI	32	50	70
20	BOMB-AGUA	28	35	61

**TABLA 10**  
**TOTAL (RESUMEN)**

	Kw. de entrada	KVA	Factor de Potencia Promedio = Kw de entrada /KVA
TOTAL CARGAS LUMINOSAS Y RESISTIVAS	409	421	
TOTAL CARGAS MOTORES	3392	4374	
TOTAL OTRAS CARGAS	185	223	
<b>TOTAL</b>	3986	5018	

De la TABLA 11 se puede determinar que la potencia máxima que exigirá la planta es de 2306 Kw.



TABLA 11

## FACTOR DE COINCIDENCIA DE SALICA DEL ECUADOR.

	POTENCIA TOTAL INSTALADA (Kw.)	FACTOR DE COINCIDENCIA POR SECTOR.	TOTAL DE POTENCIA USADA. (Kw.)
LUCES	409	30%	123
MOTORES EN GENERAL	3392	60%	2035
OTRAS CARGAS	185	80%	148
TOTAL:	3986		2306

**TOTAL CARGA: 2306 KW**

Por lo que la recomendación es comprar varios Grupos que demanden esta potencia debido a que esta carga se llegara en el 2006. Debido a que la operación de la planta varia de acuerdo a la producción que demande se aconseja comprar 4 grupos que sumen esa cantidad, la carga mínima de la planta para que funcione un frigorífico es de 600 Kw, en el Apéndice C se ve un catalogo de las características del grupo electrógeno.

4 GRUPOS ELECTROGENOS CAT MODELO 3508 DITA DE 600  
KW PRINCIPAL (PRIME) DE 60 HZ, 1200 RPM ,480 V.

**3.2 Evaluación económica: Análisis de costo de inversión y de  
operación con respecto a la empresa eléctrica.**

COSTOS POR 2000 HORAS

**TABLA 12**

**COSTOS DE FILTROS**

COSTOS TOTALES DEL GENERADOR GE3508B 600 KW PRIME , 520KW CONTINUO					
COSTOS DE FILTROS					
	NUMERO DE FILTROS	INTERVALO DE CAMBIO	CAMBIOS EN 2000 HRS.	COSTO POR UNIDAD (\$)	COSTO TOTAL (Dólares)
Aceite	2	500	4	55,12	440,92
Combustible	5	500	4	27,00	540,06
Aire	2	2000	1	171,58	343,17
<b>TOTAL</b>					<b>1324,15</b>
Costo por hora:	0,66	Dólares			
Costo por KWH:	0,0015	Dólares			

**TABLA 13**  
**COSTOS DE LUBRICANTES**

COSTOS DE LUBRICANTE					
	CAPACIDAD DEL CARTER (GAL)	INTERVALO DE CAMBIO (HRS)	CAMBIOS EN 2000 HRS.	COSTO POR GALON (\$)	COSTO TOTAL (Dólares)
Aceite	58,12	500	4	7,94	1846,12
<b>TOTAL</b>					<b>1846,12</b>
Costo por hora:	0,92	Dólares			
Costo por KWH:	0,0021	Dólares			



**CTB-ESPOL**

**TABLA 14**  
**COSTOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

<b>COSTOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		
<b>Consumo:</b>	32,14286	Gal/Hr
<b>Costo por Galón:</b>	0,98000	Dólares
<b>Costo por hora:</b>	31,5000	Dólares
<b>Costo por KWH:</b>	0,07000	Dólares

**TABLA 15**  
**COSTOS DE REPARACIÓN**

<b>COSTOS DE REPARACION</b>		
<b>Costo Aproximado:</b>	35.000,00	Dólares
<b>Tiempo de reparación:</b>	22.000,00	Horas
<b>Costo por hora:</b>	1,59091	Dólares
<b>Costo por KWH:</b>	0,00354	Dólares

**TABLA 16**  
**COSTOS DE DEPRECIACIÓN**

<b>COSTOS DE DEPRECIACION</b>		
<b>Costo Equipo:</b>	115.000,00	Dólares
<b>Tiempo de depreciación:</b>	10,00	Años
<b>Costo por hora:</b>	1,33102	Dólares
<b>Costo por KWH:</b>	0,00296	Dólares

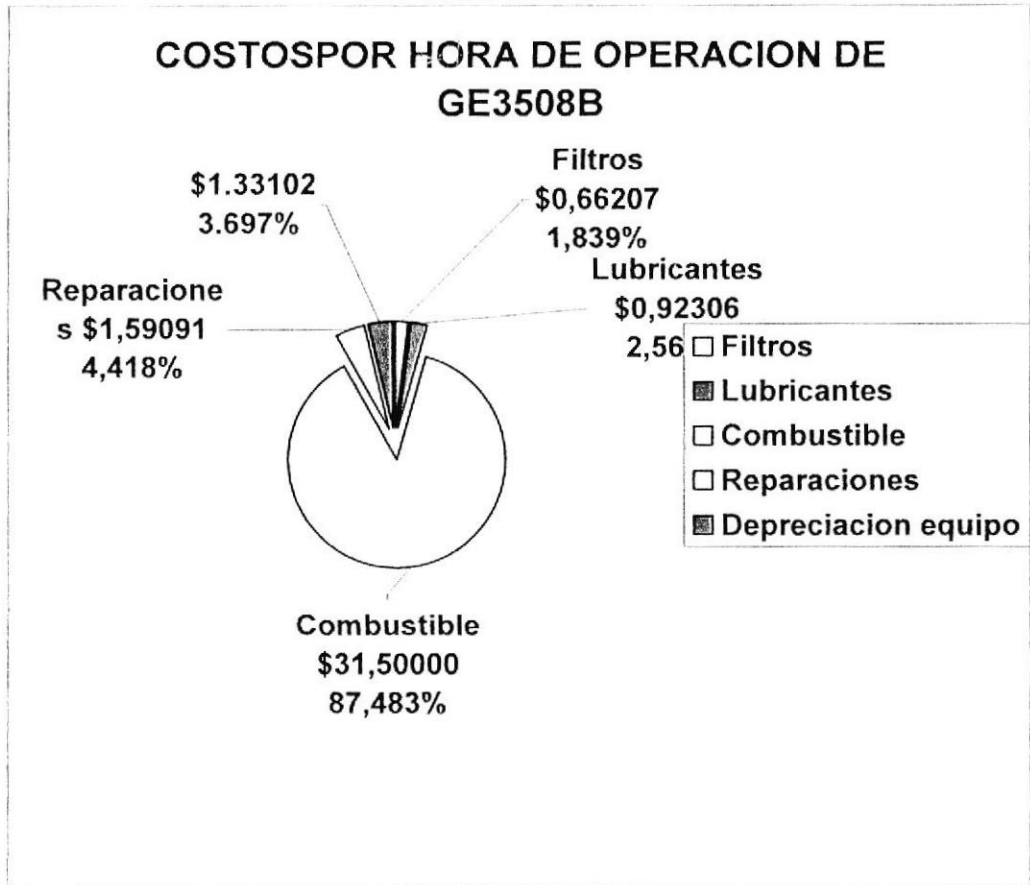


**CTB-ESPOL**

CONSUMO	32,1429	GAL/HR
DIESEL	\$0,98000	
POTENCIA	450	KW(75%)
EURO	0,816 €	

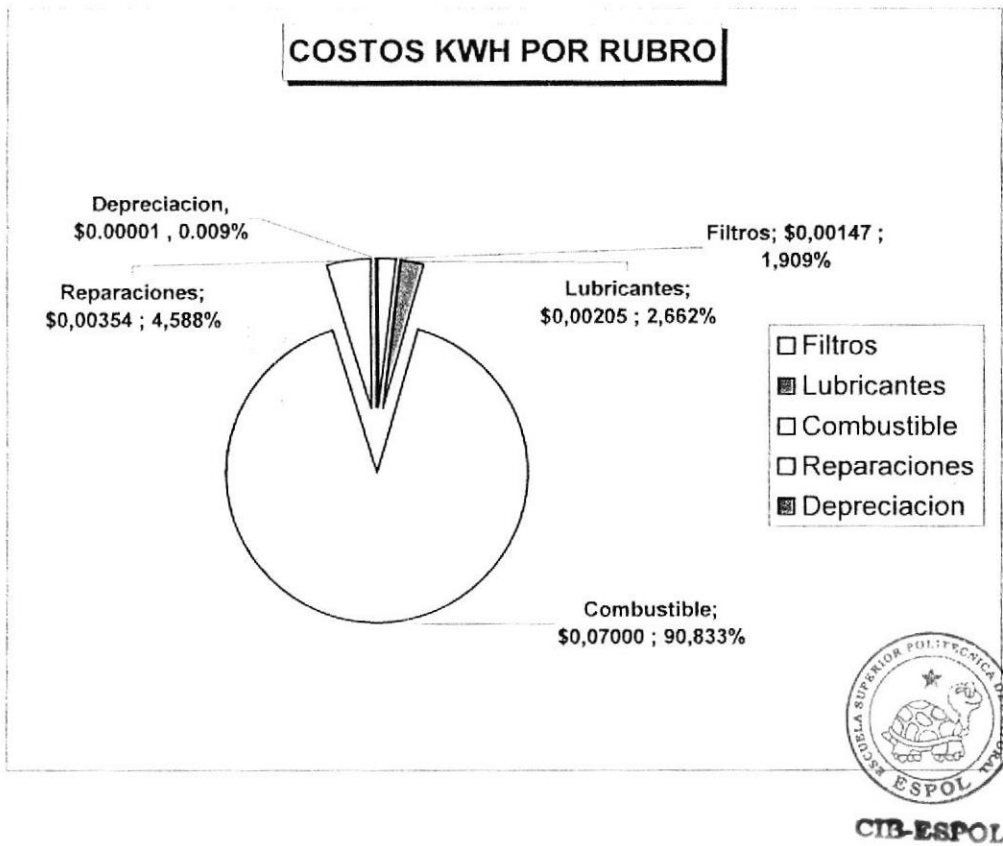
**TABLA 17**  
**RESUMEN DE COSTOS**

	<u>COSTOS POR HORA</u> <u>(DOLARES)</u>		<u>COSTOS KWH</u> <u>(DOLARES)</u>
Filtros	\$0,66207	Filtros	\$0,00147
Lubricantes	\$0,92306	Lubricantes	\$0,00205
Combustible	\$31,50000	Combustible	\$0,07000
Reparaciones	\$1,59091	Reparaciones	\$0,00354
Depreciación equipo	\$1,33102	Depreciación	\$0,00001
TOTAL	\$36,00706		\$0,08002
TOTAL (EUROS)	29,3818 €		0,06529 €



**FIGURA 3.12 GRAFICO DE COSTO POR HORA DE OPERACIÓN DE  
GE3508B**





**FIGURA 3.13 GRAFICO DE COSTOS KWH POR RUBRO**

Se toma como referencia las planillas de consumo de la Empresa Eléctrica para determinar el Costo KWH dando como resultado un valor

Por lo que podemos decir:

Costo Total:	\$0.08002/ Kwh
Costo EMEPE:	\$0.1206 / Kwh
Costo Diferencia:	\$0.0406 / Kwh
Demanda Promedio al Mes:	1047Kw x 24 HR x 20 días x \$0.0406 /Kwh = \$20.403.94 dólares.
Ahorro anual:	<b>\$244.847,23</b>

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

1. Se decidió la compra de cuatro Grupos Electrógenos Marca Caterpillar de baja RPM por tener una vida útil más larga. Los modelos son 3508 DITA de 600 KW principal de 60 HZ, 1200 RPM.
2. Se decidió la selección de unos equipos que a largo plazo representen los costos más bajos por operación, mantenimiento y KW generado.
3. Se decidió la autogeneración ya que Salica del Ecuador ahorraría anualmente un valor superior a los \$ 250000 dólares.

## 4.2 Recomendaciones

1. Se recomienda cuando la empresa alcance la demanda máxima de consumo, solicite la categoría de "gran consumidor de energía" y se acoja a los beneficios que ésta da. La demanda mínima para acogerse a este beneficio es de 1000 kw.



## APÉNDICES

Apéndice A: Curva de Carga de la empresa

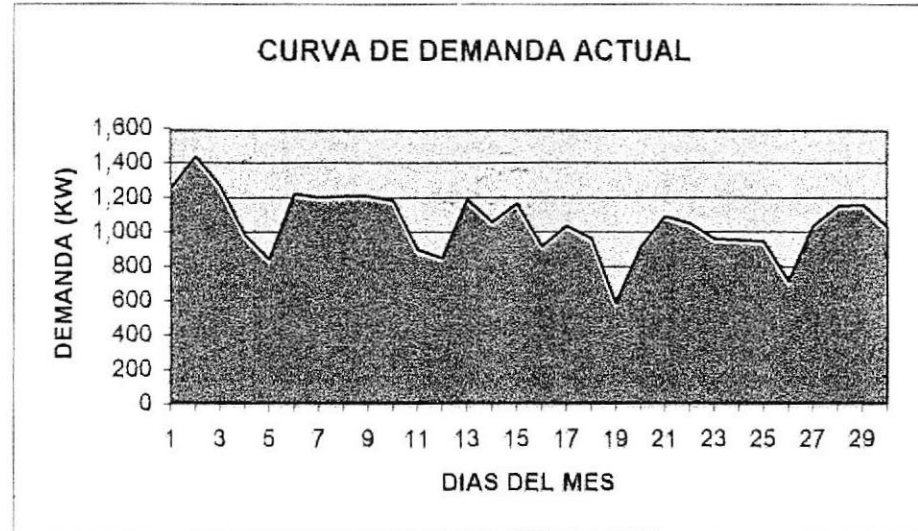
Apéndice B: Formato de Información de cargas eléctricas

Apéndice C: Catálogo de Grupo Electrónico CAT 3508BDITA

**APÉNDICE A:**

**CURVA DE CARGA DE LA EMPRESA**

Días del mes	Demanda (KW)
1	1,251
2	1,435
3	1,266
4	980
5	840
6	1,222
7	1,200
8	1,207
9	1,206
10	1,181
11	897
12	849
13	1,186
14	1,057
15	1,165
16	914
17	1,034
18	960
19	583
20	911
21	1,089
22	1,050
23	957
24	950
25	944
26	710
27	1,036
28	1,151
29	1,157
30	1,027
Promedio	1,047



FORMATO DE INFORMACION DE CARGAS ELECTRICAS.

NOMBRE DE LA COMPAÑÍA:

TIPO DE APLICACION:

HORAS DE TRABAJO: -----

PRINCIPAL -----

CONTINUA -----

EMERGENCIA -----

VOLTAJE ---- V- NUMERO DE FASES ----- FRECUENCIA ----- HZ.

DATOS DE TRABAJO:

- 1.- CARGAS LUMINOSAS Y RESISTIVAS
- 2.- MOTORES ELECTRICOS EN GENERAL.
- 3.- OTRAS CARGAS.



**CIB-ESPOL**



**APÉNDICE C:**

**CATÁLOGO DE GRUPO ELECTRÓGENO CAT  
3508BDITA**

## PRIME 600 kW 750 kVA 60 Hz 1200 rpm 480 Volts

Caterpillar® is leading the power generation marketplace with Power Solutions engineered to deliver unmatched flexibility, expandability, reliability, and cost-effectiveness.

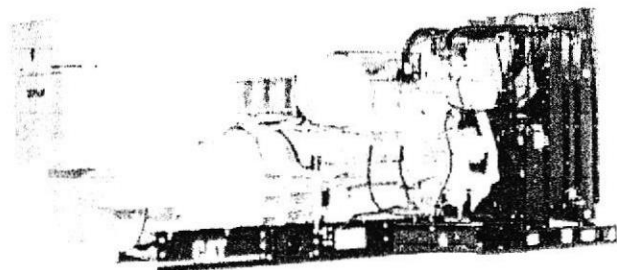


Image shown may not reflect actual package.

### FEATURES



#### EMISSIONS

- EPA and CARB Emissions Certified for non-road mobile applications

#### UL 2200

- UL 2200 Listed configuration available

#### FULL RANGE OF ATTACHMENTS

- Wide range of bolt-on system expansion attachments, factory designed and tested

#### ENCLOSURES (optional)

- Weather protective and sound attenuated

#### SINGLE-SOURCE SUPPLIER

- Fully prototype tested with certified torsional vibration analysis available

#### WORLDWIDE PRODUCT SUPPORT

- Worldwide parts availability through the Caterpillar dealer network
- With over 1844 dealer branch stores operating in 166 countries, you're never far from the Caterpillar part you need
- 99.7% of parts orders filled within 24 hours. The best product support record in the industry
- Caterpillar dealer service technicians are trained to service every aspect of your electric power generation system
- Preventive maintenance agreements
- The Cat Scheduled Oil Sampling (S-O-S<sup>SM</sup>) program cost effectively detects internal engine component condition, even the presence of unwanted fluids and combustion by-products



#### CAT® 3508B TA DIESEL ENGINE

- Reliable, rugged, durable design
- Field-proven in thousands of applications worldwide
- Four-stroke-cycle diesel engine combines consistent performance and excellent fuel economy with minimum weight
- UL 2200 Listed packages are available. Certain restrictions may apply. Consult with your Caterpillar dealer



#### CAT SR4B GENERATOR

- Designed to match performance and output characteristics of Caterpillar diesel engines
- Optimum winding pitch for minimum total harmonic distortion and maximum efficiency
- Single point access to accessory connections
- UL 1446 recognized Class H insulation system



#### CAT CONTROL PANELS

- Controls designed to meet individual customer needs:
  - EMCP II+ provides full-featured power metering and protective relaying
- UL 508A Listed



CTB-ESPOL

5 April 2002

10:03 AM

**SPECIFICATIONS**

**CAT GENERATOR**

SR4B Generator

Frame size	.....667
Excitation	.....Permanent Magnet
Pitch	.....0.8333
Number of poles	.....6
Number of bearings	.....Single Bearing
Insulation	.....UL 1446 Recognized Class H with tropicalization and antiabrasion
IP rating	.....Drip Proof IP22
Alignment	.....Pilot Shaft
Overspeed capability - % of rated	.....150
Wave form	.....Less than 5% deviation
Paralleling kit/Droop transformer	.....Standard
Voltage regulator	.....3 Phase sensing with selectable volts/Hz
Voltage regulation	.....Less than +/- 1/2% (steady state) Less than +/- 1% (no load to full load)
Telephone Influence Factor	.....Less than 50
Harmonic distortion	.....Less than 5%

**CAT DIESEL ENGINE**

3508B TA, 4-stroke-cycle watercooled diesel

Bore - mm	.....170.00
Stroke - mm	.....190.00
Displacement - L	.....34.53
Compression ratio	.....14.0 TO 1
Aspiration	.....TA
Fuel system	.....Direct unit injection

**CAT CONTROL PANELS**

- EMCP II+
- 24 Volt DC Control
- NEMA 12, IP44 enclosure
- Electronically dead front
- Lockable hinged door
- Generator instruments meet ANSI C-39-1
- Generator terminal box mounted
- Single location for customer connector
- UL508A Listed
- Panel illuminating lights
- Auto start/stop control
- True RMS metering, 3-phase
- Digital indications for:
  - RPM
  - Operating hours
  - Oil pressure
  - Coolant temperature
  - System DC volts
  - L-L volts, L-N volts, phase amps, Hz
- kW, kVA, kVAR, kW-hr, %kW, PF
- Shutdowns with indicating lights for:
  - Low oil pressure
  - High coolant temperature
- Low coolant level
  - Overspeed
  - Emergency stop
  - Failure to start (overcrank)
- Programmable protective relaying functions:
  - Under and over voltage
  - Under and over frequency
  - Reverse power
- Overcurrent (phase & total)
- Programmable kW level relay
- 3 spare indicator LED's (programmable)
- 4 spare alarm/shutdown inputs



**CIB-ESPOL**

**PRIME 600 ekW 750 kVA**  
**60 Hz 1200 rpm 480 Volts**

**CATERPILLAR®**

**TECHNICAL DATA**

Open Generator Set - — 1200 rpm/60 Hz/480 Volts	PRIME DM6747	
<b>Package Performance</b>		
Power rating	600 ekW	
Power rating @ 0.8 pf	750 kVA	
<b>Fuel Consumption</b>		
100% load with fan	170.7 L/hr	45.1 Gal/hr
75% load with fan	131.4 L/hr	34.7 Gal/hr
50% load with fan	93.3 L/hr	24.6 Gal/hr
<b>Cooling System*</b>		
Air flow restriction (system)	.12 kPa	0.48 in. water
Engine coolant capacity	102.7 L	27.1 Gal
<b>Exhaust System</b>		
Combustion air inlet flow rate	58.5 m <sup>3</sup> /min	2,065.9 cfm
Exhaust stack gas temperature	429.3 Deg C	805 Deg F
Exhaust gas flow rate	143.9 m <sup>3</sup> /min	5,081.8 cfm
Exhaust flange size (internal diameter)	203.2 mm	8.0 in
Exhaust system backpressure (maximum allowable)	6.7 kPa	26.9 in. water
<b>Heat Rejection</b>		
Heat rejection to coolant (total)	267 kW	15,184 Btu/min
Heat rejection to exhaust (total)	614 kW	34,918 Btu/min
Heat rejection to atmosphere from engine	102 kW	5,801 Btu/min
Heat rejection to atmosphere from generator	34.41 kW	1,956.89 Btu/min
<b>Alternator**</b>		
Motor starting capability @ 30% voltage dip	1488 skVA	
Frame	667	
Temperature Rise	105 Deg C	
<b>Lube System</b>		
Lube oil refill volume with filter change for standard sump	219.6 L	58.0 Gal
<b>Emissions***</b>		
Nox g/hp-hr (not to exceed)	< 8.07 g/bhp-hr	
CO g/hp-hr (not to exceed)	< 2.07 g/bhp-hr	
HC g/hp-hr (not to exceed)	< .07 g/bhp-hr	
PM g/hp-hr (not to exceed)	< .117 g/bhp-hr	

\*Ambient capability at 200 m (660 ft) above sea level. For ambient capability at other altitudes, consult your Caterpillar dealer.

\*\*UL 2200 Listed packages may have oversized generators with a different temperature rise and motor starting characteristics. Generator temperature rise is based on a 40 degree C ambient per NEMA MG1-32. Generator temperature rise is based on a 40 degree C ambient per NEMA MG1-32.

\*\*\*Emissions data measurements are consistent with those described in EPA CFR 40 Part 89, Subpart D & E and ISO8178-1 for measuring HC, CO, PM, NOx. This engine's exhaust emissions are in compliance with the US EPA and California nonroad regulations as identified above. Data shown is based on steady state operating conditions of 77° F, 28.42 in HG and number 2 diesel fuel with 35° API and LHV of 18,390 btu/lb.

**PRIME 600 kW 750 kVA**  
**60 Hz 1200 rpm 480 Volts**

**CATERPILLAR®**

## **RATING DEFINITIONS AND CONDITIONS**

**Meets or Exceeds International Specifications:** · ABGSM TM3, AS1359, AS2789, BS4999, BS5000, BS5514, DIN6271, DIN6280, EGSA101P, IEC34/1, ISO3046/1, ISO8528, JEM1359, NEMA MG 1-22, VDE0530, 89/392/EEC, 89/336/EEC

**Prime** - Output available with varying load for an unlimited time. Prime power in accordance with ISO8528. 10% overload power in accordance with ISO3046/1, AS2789, DIN6271, and BS5514 available on request. Prime power ambients shown indicate ambient at 100 percent load which results in a coolant top tank temperature just below the alarm temperature.

**Ratings** are based on SAE J1995 standard conditions. These ratings also apply at ISO3046/1, DIN6271, and BS5514 standard conditions.

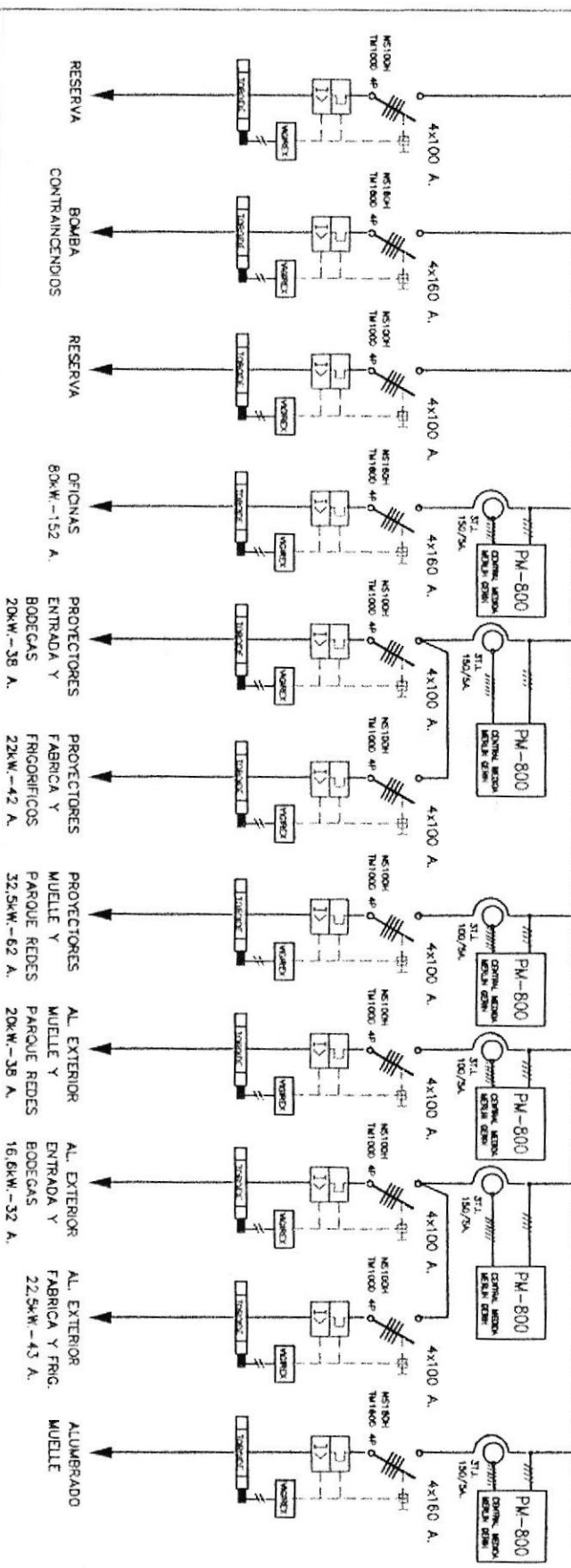
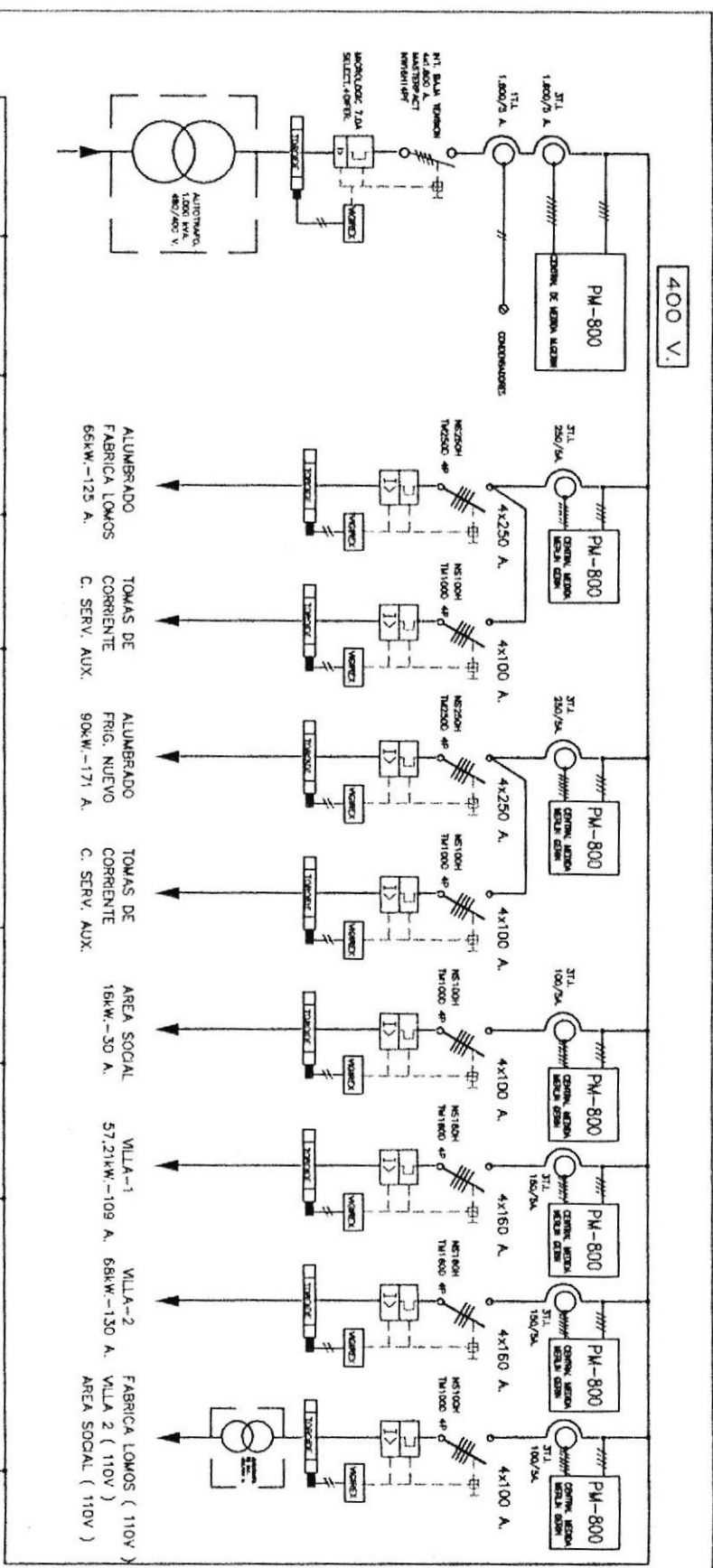
**Fuel Rates** are based on fuel oil of 35° API (16° C or 60° F) gravity having an LHV of 42 780 kJ/kg (18,390 Btu/lb) when used at 29° C (85° F) and weighing 838.9 g/liter (7.001 lbs/U.S. gal.).

**Additional Ratings** may be available for specific customer requirements. Consult your Caterpillar representative for details.



5 April 2002

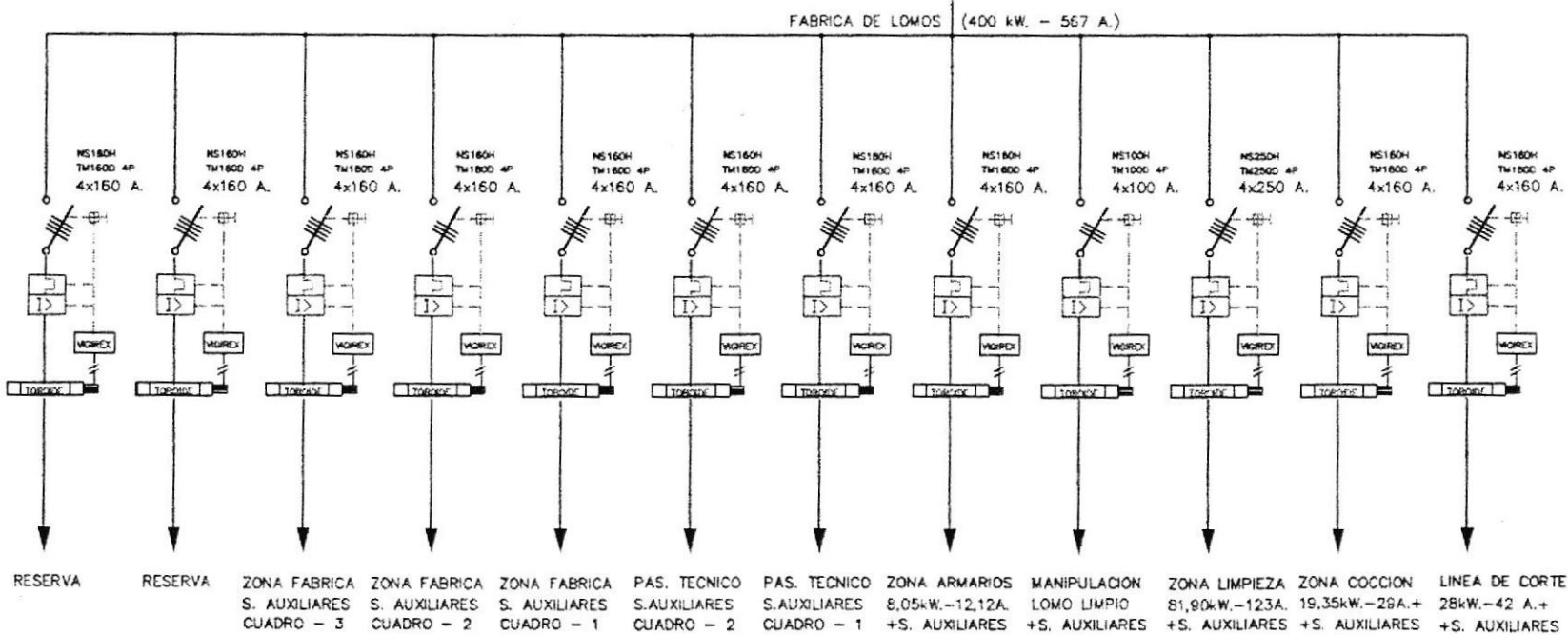
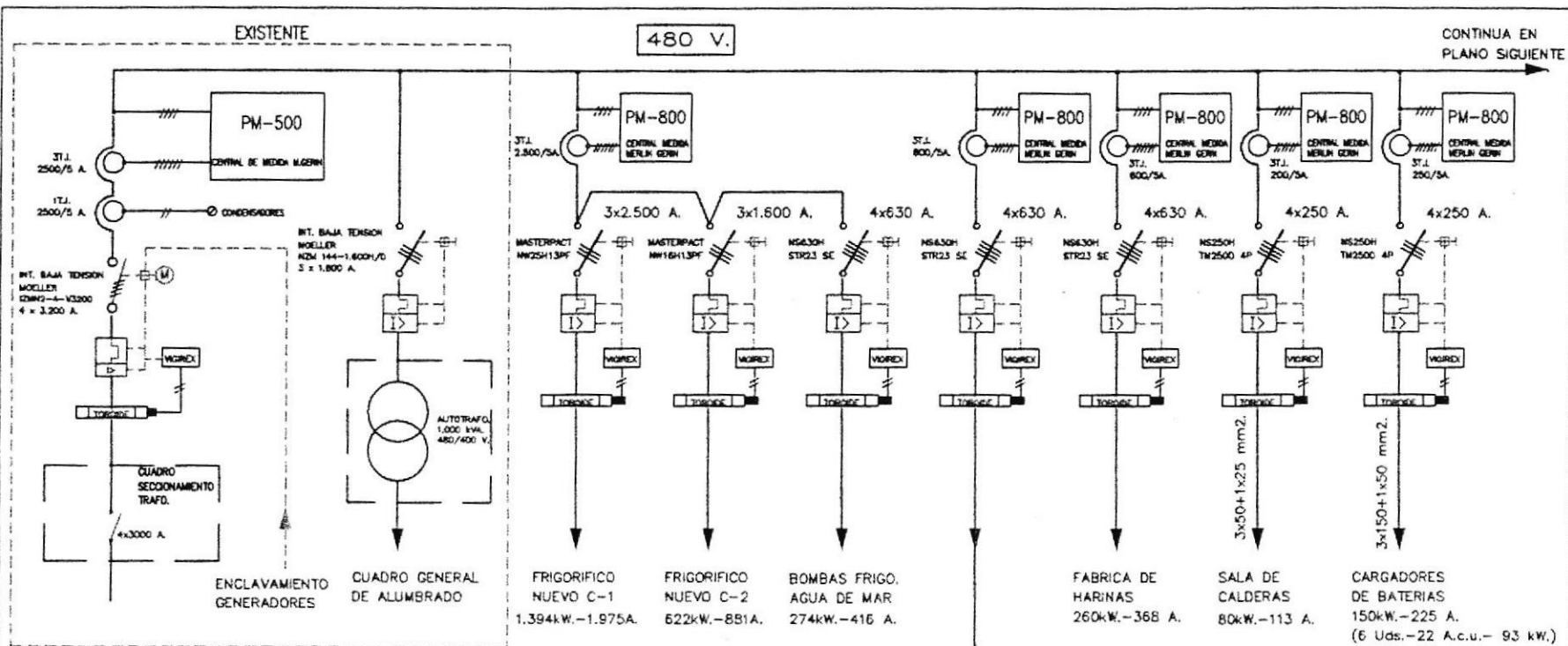
10:03 AM



Fecha	Nombre	PLANO N°	Sustituye a:
Dibujado	Carlos Gómez	E-04-27H03	Sustituido por:
Aprobado			
ESCALA	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL DEL COMPLEJO INDUSTRIAL DE SALICA EN POSORJA ( ECUADOR )		
	ESQUEMA UNIFILAR 400/230 V. ALUMBRADO		



**SALICA DEL ECUADOR**



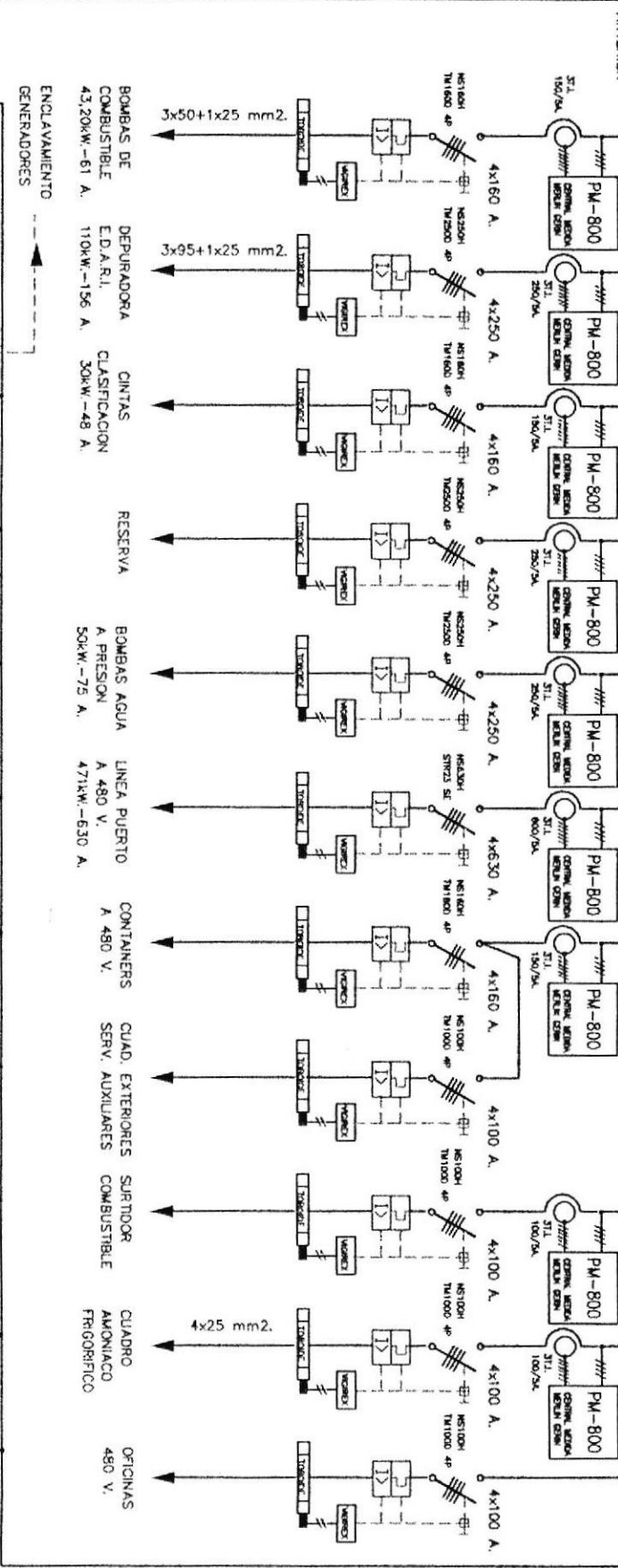
# SALICA DEL ECUADOR

Dibujado Aprobado	ESCALA	Nombre Carlos Gómez	PLANO N.º E-04-27H01	Sustituye a E-04-27H01	Sustituido por:
<b>INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL DEL COMPLEJO INDUSTRIAL DE SALICA EN POSORJA ( ECUADOR )</b>					
<b>ESQUEMA UNIFILAR 480 V. ( Trafo. + AutoTrafo. )</b>					

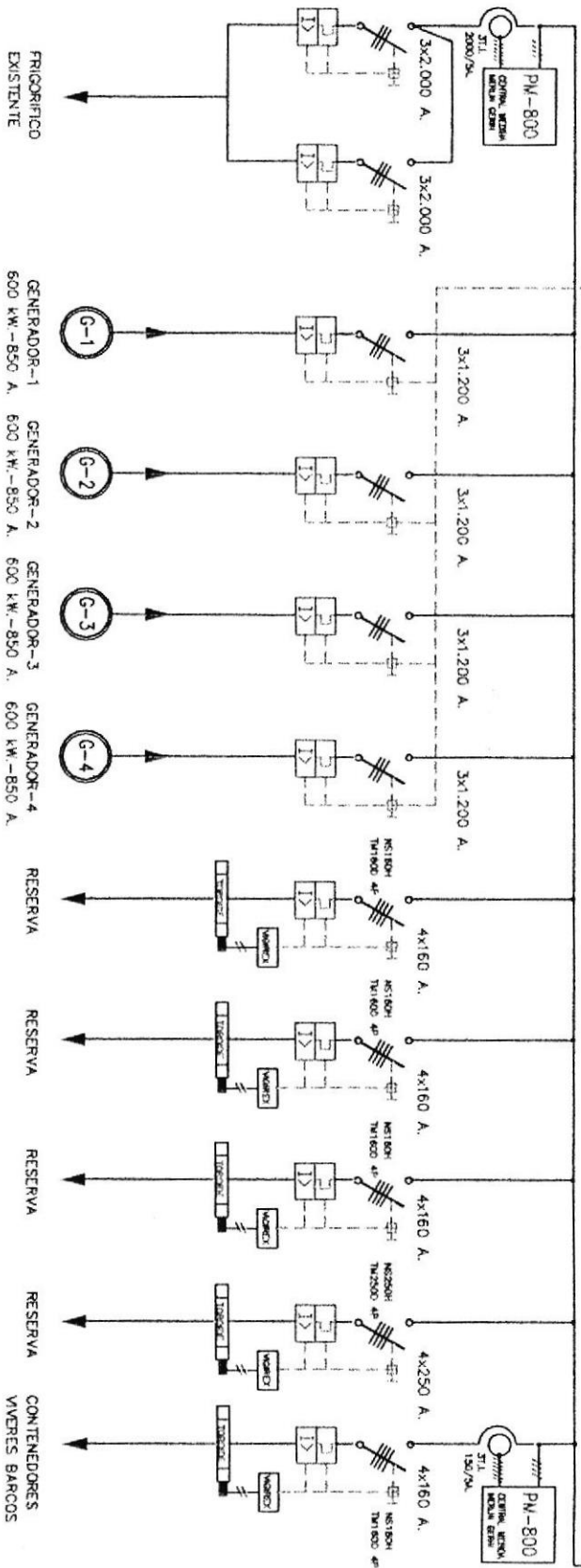


480 V.

VENE DE PLANO  
ANTERIOR



ENCLAVAMIENTO  
GENERADORES



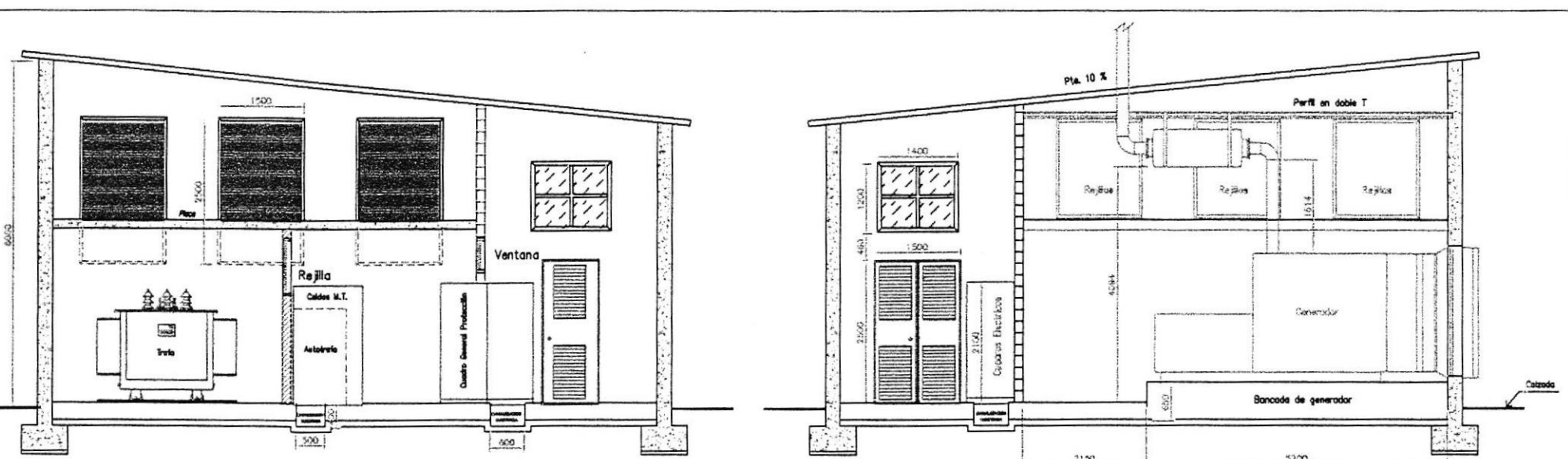
- BOMBAS DE COMBUSTIBLE E.D.A.R.I. 43,20kW.-61 A. 110kW.-156 A. 30kW.-48 A.
- DEPURADORA CINTAS RESERVA
- BOMBAS AGUA A PRESION 50kW.-75 A.
- LINEA PUERTO A 480 V. 471kW.-630 A.
- CONTAINERS A 480 V.
- CUAD. EXTERIORES SERV. AUXILIARES
- SURTIDOR COMBUSTIBLE
- CUADRO AMONIACO FRIGORIFICO
- OFICINAS 480 V.

Fecha	Nombre	PLANO N.º :	Sustituye a:
	Carlos Gómez	E-04-27H02	Sustituido por:
Dibujado	INSTALACION DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL DEL COMPLEJO INDUSTRIAL DE SALICA EN POSORJA ( ECUADOR ) ESQUEMA UNIFILAR 480 V. ( Trafo. + AutoTrafo.)		
Aprobado			
ESCALA			



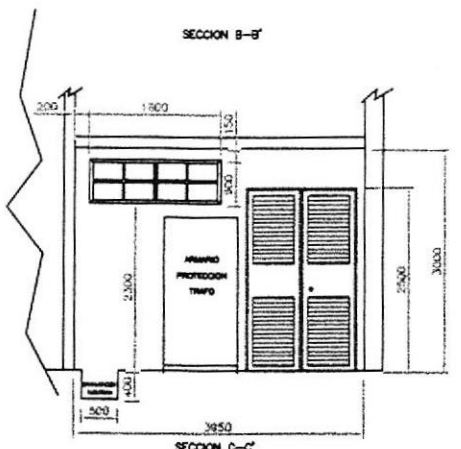
**SALICA DEL ECUADOR**



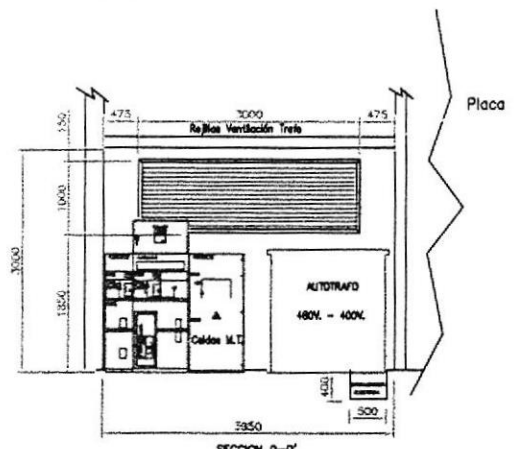


SECCION B-B'

SECCION A-A'



SECCION C-C'



SECCION D-D'

PROYECTO : INSTALACION DEL SISTEMA ELECTICO GENERAL DE UNA FABRICA DE CONSERVAS EN EL ECUADOR			
PLANO	CENTRO DE TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION		ESCALA
N° 26	PLANO DE SECCIONES		1:50
Dibujado	Nombre E-02-10H26	Fecha 26-11-02	El Ingeniero T. Industrial
Comprobado			
PROMOTOR			Fdo. CARLOS A. GOMEZ OTERO COLEGIADO N° 317
 <b>Saica Ecuador, S.A.</b>			



CIB-ESPOL

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 CAT, Engine Installation & Service Handbook, 2000.
- 2 EFICIENCIA ENERGETICA, Programa de ahorro de Energía, Ministerio de Energía y Minas. 2004.
- 3 SERIE DE ENTRENAMIENTOS SOBRE GRUPOS ELECTROGENOS, CUMMINS. 1995.
- 4 OLYMPIAN GENERATING SETS, selección de Grupos Electrógenos. 2001.
- 5 CATERPILLAR AMERICAS COMPANY "CACO", Información de cargas eléctricas. 1998
- 6 CATERPILLAR SERVICE, Fundamentos Eléctricos 1990.



CIB-ESPOL